B — Protecção das linhas de 275 kV

Linhas directas.

Com pequenas excepções, a protecção das linhas de transporte de 275 kV será provàvelmente do tipo de comparação de fases por onda piloto.

Os transformadores de corrente serão montados tanto nos disjuntores como em separado, no lado dos 275 kV.

A relação de transformação dos transformadores de corrente está, presentemente, normalizada em 600/1 A, mas os fabricantes serão solicitados a marcar a relação de transformação em função da corrente nominal quando a corrente nominal da linha diferir de 600 A (por exemplo, para um circuito de 1200 A — 1200/2).

Linhas de alimentação de transformadores. São de duas espécies:

(1) *Linhas de alimentação curtas.*

a) até cerca de 5 milhas de comprimento.

b) com mais de 5 mas com menos de 15 milhas de comprimento, aproximadamente.

(2) *Linhas de alimentação mais compridas.*

Para (1 a) usar-se-á um sistema de fios piloto com fios cochados.

Para as outras (1 b) prever-se-á um circuito piloto dos Correios a empregar em conjunto com um sistema piloto aprovado pelos Correios.

Em todas as linhas montar-se-ão relés de sobreintensidade, de reserva.

Propõe-se, para a categoria (2), um sistema de comparação de fases por onda piloto com interdisparo por portadora, integral.

Para a categoria (1 a), propõe-se o emprego de uma forma de relé de interdisparo à prova de regimes transitórios e a injecção de corrente contínua em fios piloto de interdisparo separados se estiverem disponíveis ou nos fios de protecção, se não estiverem disponíveis.

Para a categoria (1 b), propõe-se uma forma de interdisparo por código, dos Correios, ou o equivalente, mas com um tempo de funcionamento relativamente baixo.

C — Protecção de barramentos

Propõe-se a aplicação de sistemas aprovados de protecção de barramentos em todas as subestações onde haja barramentos. Os acordos feitos com os contratantes da aparelhagem de corte incluem a montagem de transformadores de corrente para duas «linhas de defesa» independentes.

D — Transformadores de tensão

Todos os transformadores de tensão de 275 kV serão do tipo «condensador». O transformador de tensão de cada fase terá as seguintes características:

Potência nominal e classe de preçisão:	150VA Cl. C
Limites de frequência para os quais são válidas as características anteriores:	47-51 c/s
Relação de transformação:	159000/63,5 V

Nos casos em que os circuitos de 275 kV tenham trabalhado inicialmente a 132 kV os transformadores de tensão serão construídos para dar relações de transformação de 159000/63,5 V e 76200/63,5 V por meio de um dispositivo de ligação colocado entre as duas secções em série dos condensadores principais de alta tensão, com o qual uma secção pode ser curto-circuitada deixando de funcionar nos 132 kV.

Os condensadores principais de alta tensão terão uma capacidade de cerca de 2000 $\mu\mu$F, isto é, 4000 pF por cada secção.

11 — Conclusão

O que acabou de se ver mostra claramente que o desenvolvimento das protecções não é o resultado de descobertas de acaso mas sim o resultado de contínua investigação no sentido de melhorar a segurança, aumentar a velocidade de funcionamento, a selectividade e a economia geral na aplicação e emprego do material de transmissão.

Todas as classes de pessoal da especialidade — fabricantes, engenheiros e indivíduos de visão sobre a praticabilidade de métodos novos — têm contribuído para o progresso da construção e aplicação do material de protecção. A evolução é um processo contínuo e é o resultado de trabalho de conjunto com o fito de aumentar, dia a dia, a segurança dos serviços públicos de fornecimento de energia.

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

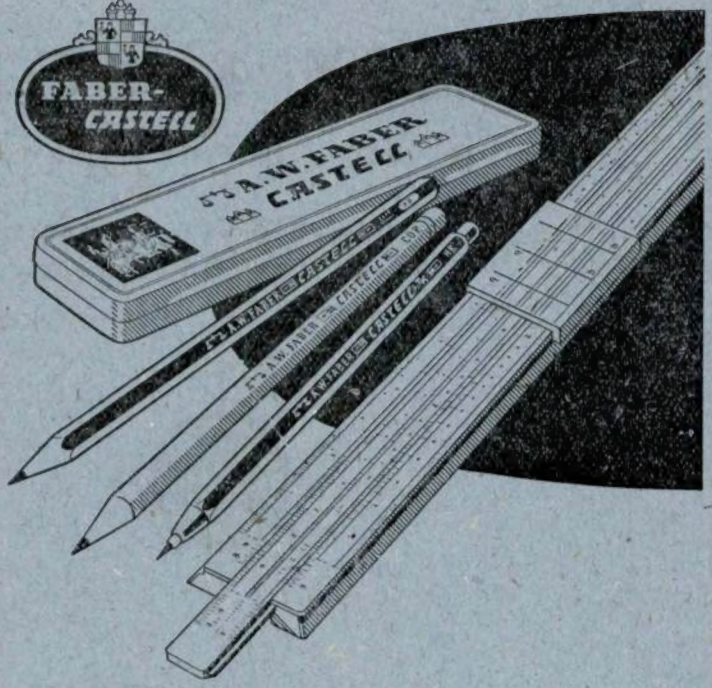
DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

FABER-CASTELL

AMIGOS CERTOS

de todos os que fazem cálculos, desenham ou escrevem.
Os produtos **FABER-CASTELL**, constituem um „Símbolo de Qualidade" em mais de 100 Países.

À venda em todas as boas Papelarias.



L. DARGENT

T. CONDE DA PONTE
LISBOA
TELEFONE 37006

CALDEIRAS A VAPOR
E A
ÀGUA SOBREAQUECIDA
LARDET
Pressões até 50 Kpz
Debitos de 1T5 a 30T/H

LD

TODOS OS COMBUSTIVEIS
GRELHAS MANUAIS E MECÂNICAS
FACILIDADES DE INSTALAÇÃO
SIMPLICIDADE DE CONSERVAÇÃO
RENDIMENTOS ELEVADOS

Alguns problemas hidráulicos em canais de terra

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES

(Conclusão)

C. D. 626.82 (469)

2.ª PARTE

Os problemas hidráulicos que se tratam em seguida surgem constantemente em obras onde se preveja a construção de canais de terra, interessando no entanto, dum modo geral, inúmeros trabalhos de hidráulica.

Exactamente porque os problemas não são novos e porque a sua resolução se impõe frequentemente, parece conveniente apresentar as conclusões a que se chegou, visto que das numerosas publicações consultadas só foi possível colher elementos dispersos sobre cada um dos problemas tratados, ou soluções complexas, baseadas em análises exaustivas que se julga oportuno resumir no que mais importa aos problemas correntes em canais de terra. Porventura existirá já feita análise muito mais profunda e completa das questões postas, em estudo condensado respeitante ao assunto, mas a procura demorada que se fez, leva pelo menos a crer que, se tal estudo existir, não será de fácil consulta.

Os problemas a tratar formulam-se, de resto, de modo extremamente simples e o seu estudo foi feito com a aplicação das mais elementares noções de hidráulica.

1 — Módulo

Sempre que num dado canal de terra seja necessário prever degraus, no perfil longitudinal, — quer em secções intermédias deste, quer em confluências com outros cursos de água, — desde que o canal seja mantido sem alteração até ao perfil do degrau, estabelecer-se-á na corrente um regolfo de depressão — «chamada» — conduzindo a aumentos de velocidade, que a partir de certo valor pode provocar erosão nos taludes em extensão maior ou menor a montante do degrau.

O problema considerado consiste em determinar, para um dado canal onde se verifica um escoamento permanente (normalmente uniforme) e em regime lento, o estreitamento que se deve introduzir no perfil terminal com descarga livre, a fim de conseguir que só na zona de transição para a secção estrangulada, que designaremos por módulo, sejam sensìvelmente alteradas as condições de regime permanente e lento verificadas no canal.

O dimensionamento do módulo deve ser feito por forma que não se verifique sensível regolfo nem chamada no troço de montante do canal, assegurando assim a manutenção das velocidades do regime permanente para qualquer altura de água que se possa registar.

Na prática são admissíveis, como é óbvio, pequenas diferenças, sendo, dum modo geral, preferível ligeira chamada à verificação de regolfo de elevação. Com efeito, para os caudais máximos não são admissíveis regolfos de elevação quando os canais de terra sejam constituídos em aterro, visto que o extravasamento sobre o coroamento significaria a ruína do canal. Por outro lado, para caudais menores o regolfo de elevação, quando sensível, produziria redução de velocidade que poderia favorecer a formação de depósitos e o assoreamento do canal.

Pequenas «chamadas» conduzindo a reduzidos incrementos de velocidade, não apresentarão, em geral, grande inconveniente.

O problema interessa ainda, em particular, a experiências de Laboratório, quando seja necessário ensaiar o comportamento de qualquer elemento de obra existente ou a introduzir num curso de água. Efectivamente, se a experiência for efectuada num troço em modelo reduzido, relativamente pouco extenso, as condições de escoamento

na zona imediatamente a montante do fim do modelo serão influenciadas em maior ou menor grau pela existência de descarga livre no perfil terminal daquele Para termos condições semelhantes ao caso real, deverá igualmente deteminar-se o módulo do curso de água em questão, para o que se torna necessário conhecer a sua curva de vazão que consideraremos constituída por um só ramo.

O dimensionamento do módulo pode fazer-se com relativa facilidade pela consideração dos elementos de regime crítico.

Com efeito, o escoamento na vizinhança do módulo verifica-se em regime ràpidamente variado e na secção de descarga, que é a do módulo, pode admitir-se, como habitualmente, que o escoamento se faz em regime crítico.

Desde já se pode notar que a solução exacta do problema, senão impossível, é pelo menos bastante complexa.

O seu completo estudo não se poderia efectuar pela aplicação das expressões do escoamento hidráulico às secções vizinhas do módulo, dada a acentuada curvatura dos filetes líquidos.

Mas deve notar-se que para o dimensionamento do módulo em canais de terra não é indispensável uma solução absolutamente exacta, mas que apenas se pretende a determinação do estreitamento conveniente que satisfaça às necessidades construtivas.

Para aplicação rigorosa em laboratório fácil se torna, pelo recurso à experiência em modelo, determinar com rigor o módulo, podendo a solução que adiante se apresenta ser considerada como de primeira orientação, servindo o ensaio para aferimento da secção calculada e oportuna correcção.

E, portanto, abstraindo a influência da curvatura dos filetes, o problema posto é o inverso do considerado pelo Prof. Eng.° Alberto Abecasis Manzanares no seu estudo sobre «Correntes ràpidamente variadas com muito pequena dissipação de energia».

Definida a linha das energias críticas como o «*lugar geométrico dos pontos representativos das energias mínimas ou críticas que uma corrente deve possuir nas diversas secções dum dado canal para poder nele transportar um caudal Q, correspondente ao caudal da corrente*», conclui-se imediatamente que «*sempre que a linha da energia real toque sem cortar a linha das energias críticas teremos escoamento crítico, teremos passagem de regime e produção de regolfo quando ambas se devessem cortar*».

No nosso caso, considerando um feixe de linhas de energia reais, conhece-se na secção corrente do canal o feixe de linhas de energia críticas que lhe corresponde. Pretende-se determinar para cada linha de energia real a secção que fará elevar a linha de energia crítica correspondente até a fazer concordar com a primeira.

O problema encontra-se resolvido no livro «Saltos de água e Presas de embalse — Tomo 1.°» de G. Navarro e J. Aracil pág. 352, designando os autores o módulo por «secção de contrôle».

A sua solução exige, no entanto, construção gráfica um tanto complexa e o dimensionamento terá de efectuar-se por sucessivas tentativas, que façam aproximar suficientemente a curva de vazão correspondente a regime uniforme no canal, da curva de vazão dos estrangulamentos arbitrados.

Por outro lado, a verificação da secção do módulo é feita para o conjunto do estrangulamento arbitrado, não fornecendo indicação directa das alterações de forma a introduzir.

Procura-se agora apresentar resolução do problema, igualmente por via gráfica, consistindo na determinação pontual da secção do módulo, dispensando sucessivas tentivas com secções arbitradas «a priori».

Como se sabe, abstraindo da curvatura dos filetes líquidos, a expressão da energia num canal é, com as notações habituais:

$$H = h + \frac{Q^2}{2g\,\Omega^2}$$

E a condição do escoamento crítico $\frac{dH}{dh} = 0$, escreve-se:

$$\frac{Q^2}{g}\,\frac{d\Omega}{dh} = \Omega^3$$

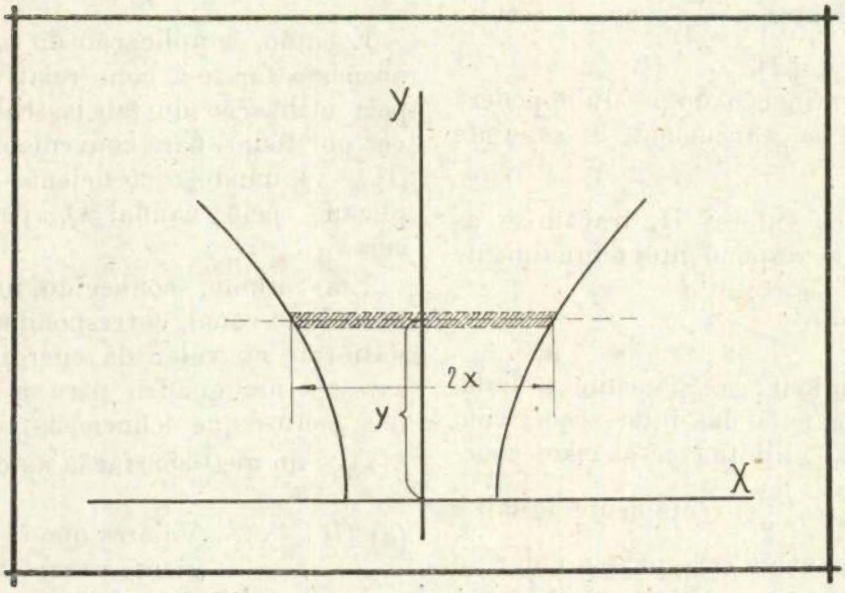
Chamamos x e y respectivamente à abcissa e ordenada de cada ponto da secção do módulo de que iremos sempre considerar soluções com eixo de simetria vertical.

Será

$$d\,\Omega = 2x\,dy$$

e.

$$\Omega = 2\int x dy$$



A secção do módulo em determinado canal, será aquela que interposta no seu perfil terminal seguido de descarga livre, permita o escoamento de um dado caudal Q_i em regime crítico, exigindo uma energia H_i, exactamente igual à que corresponde ao regime permanente (uniforme) no canal considerado, para o mesmo caudal Q_i.

Uma secção reduzida nestas condições, garantirá que as condições de regime uniforme no canal não são afectadas por qualquer descida rápida da linha de água a jusante do módulo.

Na secção do módulo verificar-se-á, portanto, a relação:

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{\Omega_c^3}{2\,x} \qquad (1)$$

e será

$$\frac{U_c^2}{2\,g} = H - y \qquad (2)$$

Para cada canal são conhecidos os valores H_i e Q_i correspondentes a uma dada altura de água h_i em regime permanente (e no caso corrente de canais de secção constante este será também uniforme, sendo a análise seguinte aplicável indiferentemente).

Pode escrever-se:

$$\frac{U^2}{2g} = \frac{Q^2}{g} \times \frac{1}{2\Omega^2}$$

e, a condição (1) do regíme crítico, equivale a:

$$\frac{U_c^2}{2\,g} = \frac{\Omega_c}{4\,x} \qquad (3)$$

Resulta de (2) e (3), que:

$$\Omega_c = 4\,x\,(H - y) \qquad (4)$$

Elevando ao cubo e recorrendo a (1) resulta:

$$4^3\,x^3\,(H - y)^3 = \frac{2\,x\,Q^2}{g}$$

E escreve-se

$$\boxed{x = \frac{Q}{\sqrt{32\,g}} \times \frac{1}{\sqrt{(H - y)^3}}} \qquad (5)$$

Considerando um particular valor h_i de altura de água no canal, conhece-se a energia H_i e o caldal Q_i que lhe correspondem em regime uniforme. Para este valor H_i a

relação (5) definirá uma curva $y\,(x)_{H_i}$. Desta curva haverá um ponto que definirá a ordenada e abcissa da secção do módulo para a energia H_i.

Da mesma expressão (5) poderá obter-se a curva

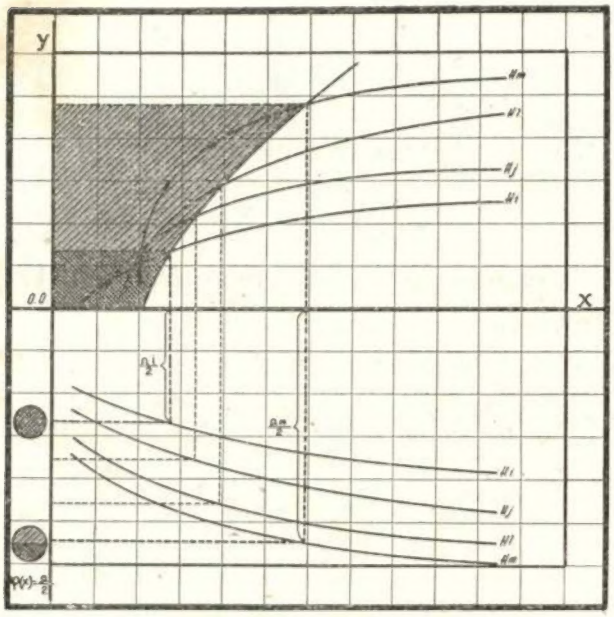
$$2x\,(H-y) = \varphi\,(x)_{H_i}$$

Os pontos desta curva indicam os valores correspondentes a $\frac{\Omega_c}{2}$, como resulta imediatamente de (4).

Para a determinação do módulo poderá então proceder-se gràficamente do seguinte modo:

Para diversos valores H_i traçam-se as curvas $y\,(x)_{H_i}$ correspondentes e igualmente as curvas $\varphi\,(x)_{H_i} = \frac{\Omega_{c_{H_i}}}{2}$

Resta determinar gràficamente a linha que, para cada uma das intersecções com as curvas $y\,(x)_{H_i}$, limite com os eixos coordenados uma área $\frac{\Omega}{2}$ exactamente igual à definida pela curva $\varphi\,(x)_{H_i}$ para o valor da abcissa correspondente à intersecção considerada.



Aplicações e exemplos

Para determinação da secção do módulo é necessário, qualquer que seja o método a que se possa recorrer, conhecer prèviamente a curva de vazão do canal, correspondente ao seu regime uniforme, conhecendo-se portanto os valores H_f e Q_i para diferentes alturas de água no mesmo canal.

A fórmula (5) pode escrever-se

$$x = K_i \times Q_i \quad \text{em que } K_i = \frac{1}{\sqrt{32\,g} \times \sqrt{(H-y)^3}}$$

E então, a aplicação do método gráfico proposto far-se-á com relativa facilidade, pela utilização de tabelas calculadas, uma vez por todas, para convenientes valores de $(H-y)$, dando o coeficiente K_f que multiplicado pelo caudal Q_i permite conhecer x_{H_i}.

Em resumo, conhecido um caudal Q_i num dado canal, correspondente em regime uniforme ao valor da energia H_i, organizar-se-á um quadro para a determinação dos pontos que definem as curvas $y\,(x)_{H_i}$ e $\varphi\,(x)_{H_i}$, do qual constarão as colunas:

(*a*) $(H-y)$ — Valores que se julgue conveniente considerar;

(*b*) Ki — Valores da tabela calculada correspondentes aos diversos $H-y$;

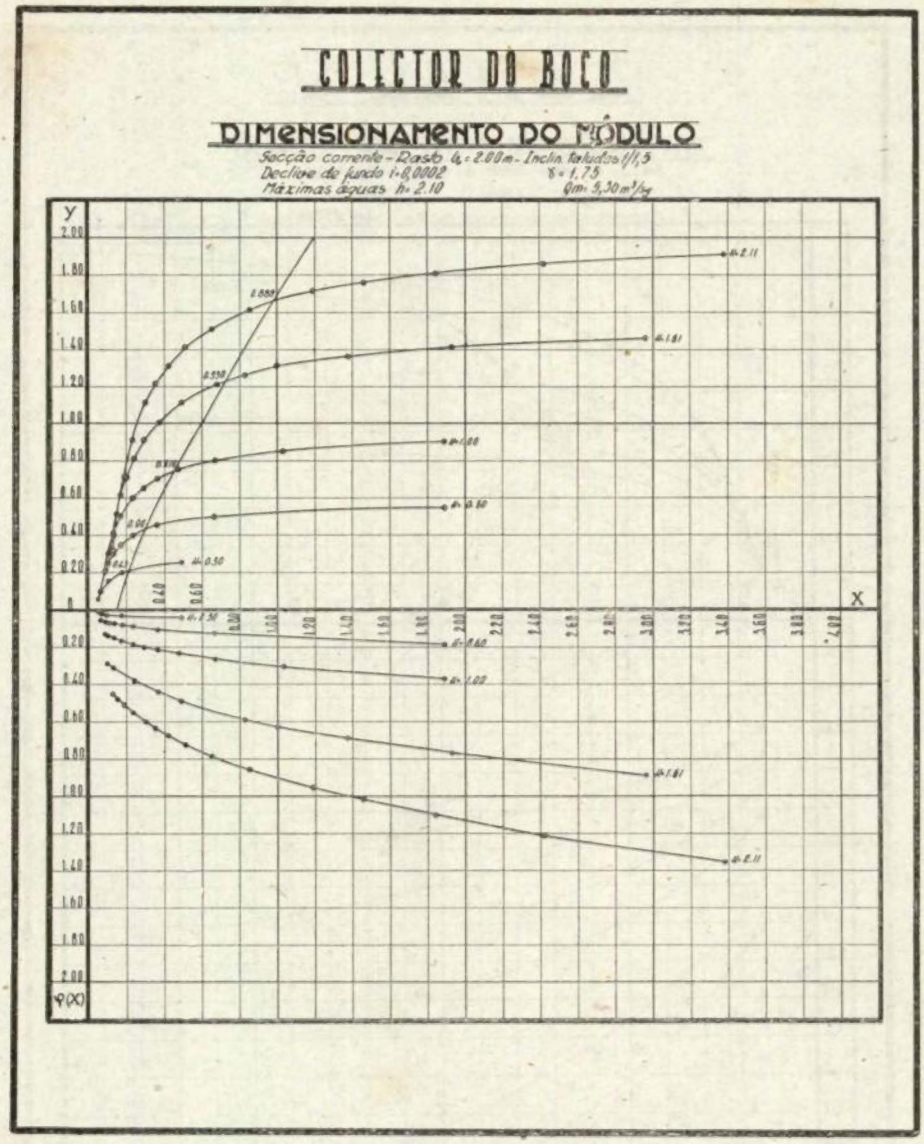
(*c*) y — Ordenadas da curva $y\,(x)_{H_i}$ que serão simplesmente iguais a $H_i-(H-y)_{H_i}=y$;

(*d*) x — Abcissas da curva $y\,(x)_{H_i}$ e $\varphi\,(x)_{H_i}$, que resultarão do produto dos valores da coluna (*b*) — K_i — pelo caudal Q_i;

(*e*) $\varphi\,(x)_{Hi}$ — Ordenadas da curva $\varphi\,(x)_{H_i} = \frac{\Omega_{H_i}}{2}$, obtidas pelo produto das colunas (*d*) e (*a*) depois de multiplicadas por 2.

Elaborados estes quadros para suficientes valores de H_i, traçam-se as curvas já indicadas, em escala conveniente e resta apenas efectuar a determinação gráfica da curva que satisfaça à condição de definir, com os eixos coordenados para a interseção com a

curva $y(x)_{H_1}$, uma área exactamente igual à que, na abcissa da interseção, corresponde à curva $\varphi(x)_{H_1}$.



Fez-se a aplicação do processo anteriormente indicado a vários canais de terra incluídos no Projecto das Obras de Regularização do Rio Lis e defesa dos campos marginais.

Para julgar da sua aproximação procedeu-se no Laboratório privativo das obras à experiência em modelo reduzido das secções calculadas. Este laboratório, apesar de muito simplificado, tem prestado valiosíssimos serviços às obras permitindo o conveniente estudo de inúmeras pequenas obras hidráulicas, conseguindo-se soluções eficientes, que detido estudo de gabinete poderia não assegurar, e orientando simultâneamente a fixação das disposições construtivas mais económicas a adoptar.

O processo de dedução do módulo foi verificado em Laboratório para 4 canais, sendo 3 de terra e 1 revestido de betão com características geométricas e hidráulicas razoàvelmente dispares, variando a inclinação de fundo desde 0,0002 a 0,0021 e os caudais de cerca de 0,5 m^3/seg. até 120 m^3/seg.

Os desenhos juntos exemplificam a dedução do módulo.

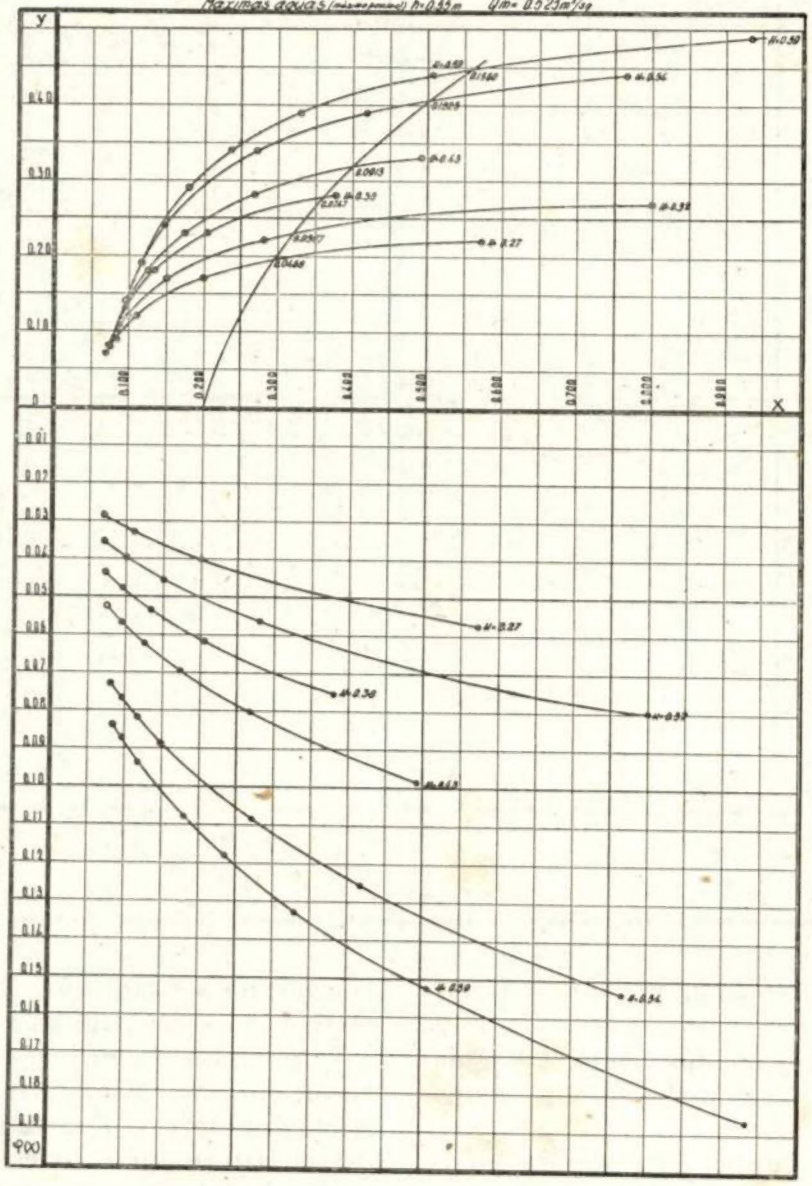
CANAL V

DIMENSIONAMENTO DO MÓDULO

Secção corrente – Rasto b_0 = 0,50m – Inclin. taludes 1/1

Declive do fundo i=0,00094 δ = 0,30

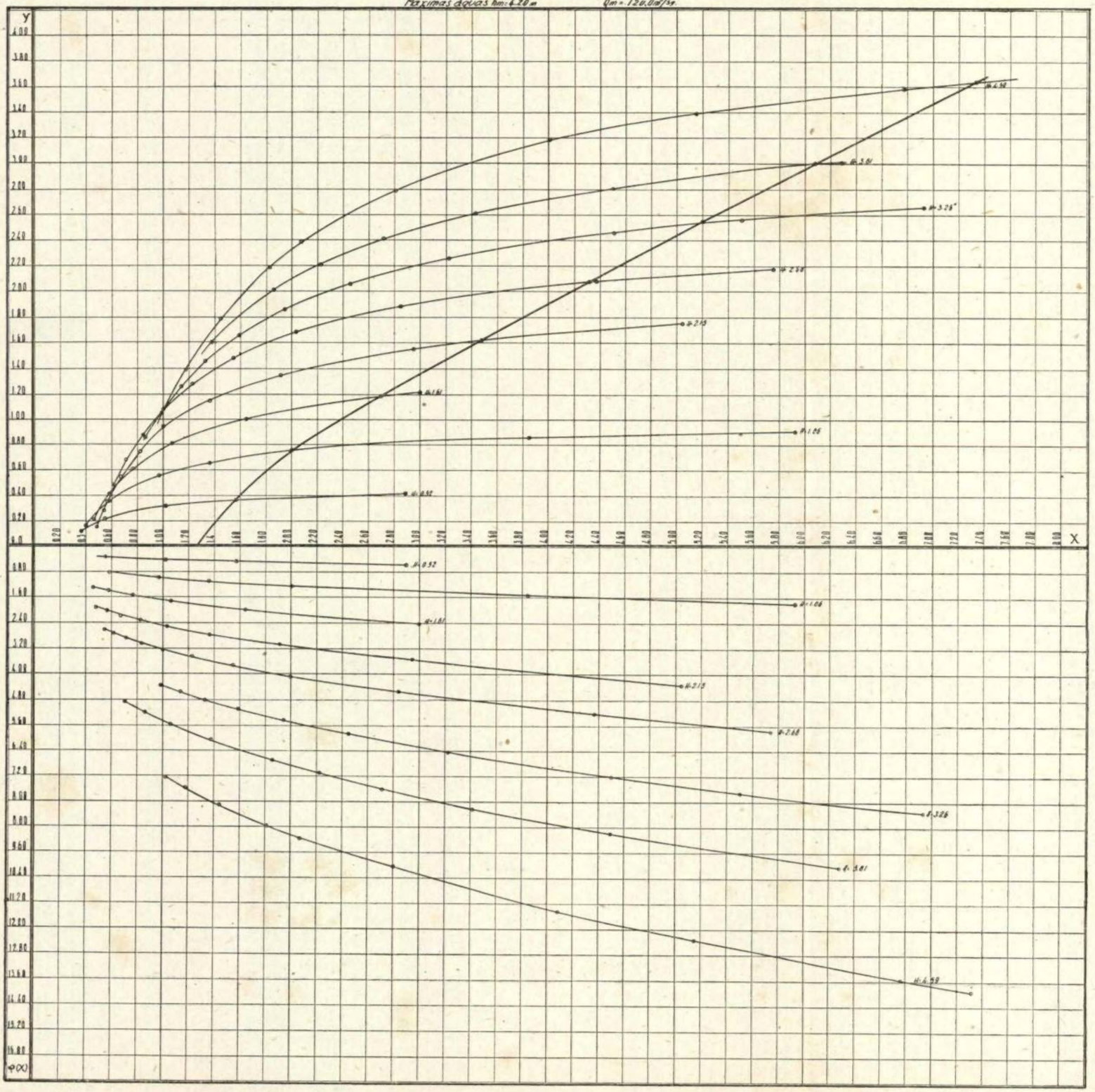
Maximas cheias (máximo permitido) h=0,55m Qm= 0,523 m³/seg



RIBEIRO DOS MILAGRES

DIMENSIONAMENTO DO MÓDULO

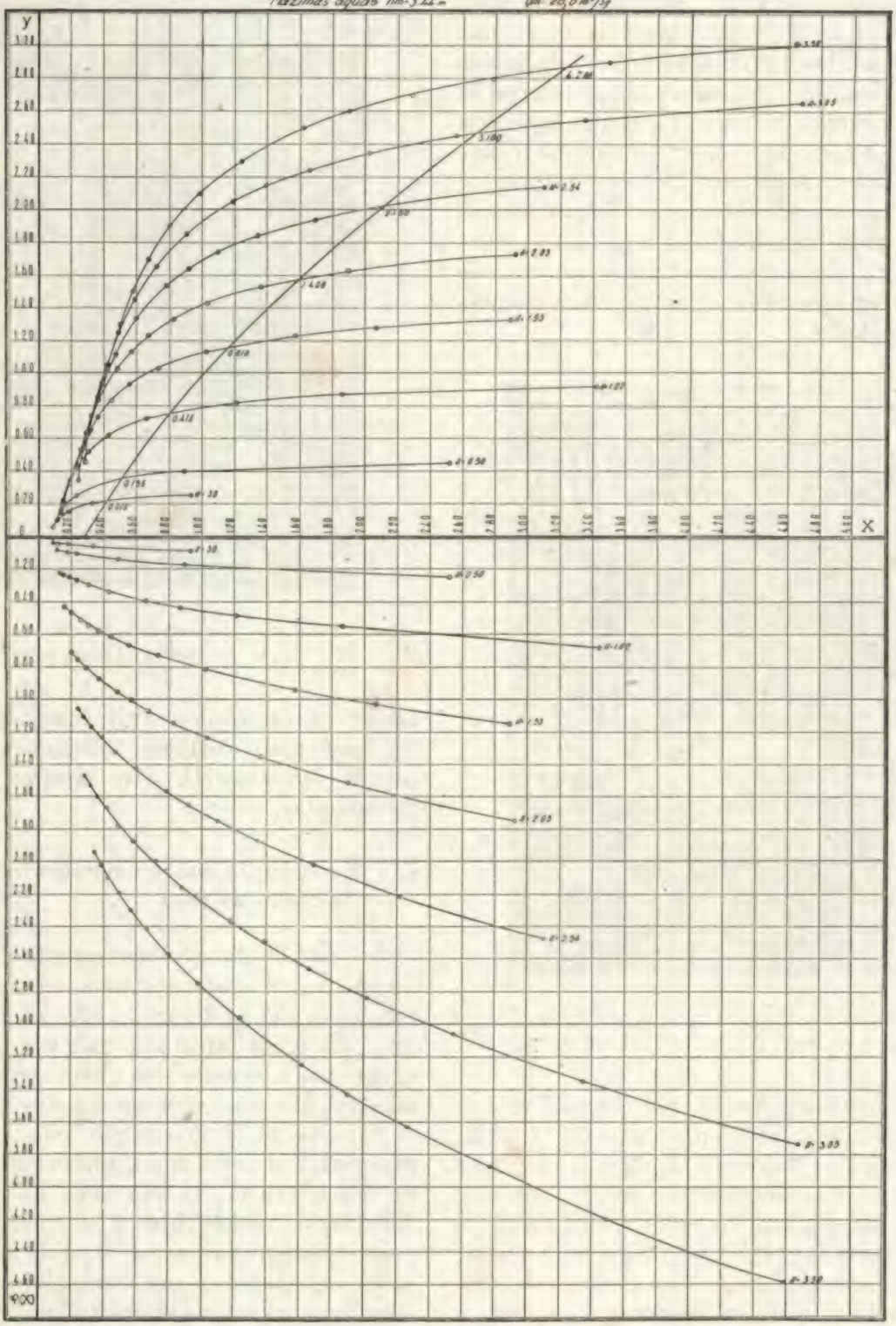
Secção corrente - Rasto b_0 = 4.00 m - Inclin. taludes 1/1
Declive de fundo i = 0.0021 δ = 1.75
Maximas águas hm = 4.20 m Qm = 120.0 m³/s



COLECTOR DE AMOR

DIMENSIONAMENTO DO MÓDULO

Secção corrente - Rasto $b_0 = 2.50$ m - Inclin. taludes 1/1,5
Declive do fundo $i = 0.000478$ $\delta = 1.75$ m
Máximas águas $h_m = 3.44$ m $Q_m = 26,8$ m³/seg



Determinadas assim, gràficamente, as secções dos módulos para estes quatro canais, procedeu-se à sua verificação de Laboratório, tendo-se constatado quase exacta correspondência entre os resultados experimentais e as alturas de água teóricas correspondentes aos diferentes caudais ensaiados.

Os modelos reduzidos do módulo foram executados de madeira, sendo o modelo do canal constituído por terra batida revestida de argamassa de cimento e as concordâncias entre a secção do módulo e a do canal moldadas em argila com a forma conveniente para introduzirem a menor perturbação na corrente, supondo-se no cálculo não haver a considerar perda de carga nestas transições.

Foto 12 — Dimensionamento do módulo para um canal de terra. Modelo reduzido

Verificou-se que às secções calculadas nunca correspondeu, pràticamente, regolfo de elevação, havendo apenas a registar muito ligeiras depressões, que, no entanto, em pouco alteram as velocidades próprias da corrente no canal. Como era de esperar, estas diferenças cresceram com o aumento dos caudais, visto se acentuar com este, a curvatura dos filetes líquidos.

Pode assim considerar-se, dentro das condições simplificadoras que é de uso adoptar em hidráulica, o processo de dedução do módulo como completamente satis-

Foto 13 — Dimensionamento do módulo. Verificação do nível de água a montante

fatório e de rápida aplicação, apesar de ligeiramente trabalhoso, dispensando verificação laboratorial, nem sempre possível de executar.

2 — Redução da secção em troços intermédios de canais de terra

No estudo do atravessamento de canais de terra por outros canais ou serventias, interessará considerar a redução de secção que, no troço afectado pela obra de arte, poderá ser adoptada sem provocar alteração sensível nas condições de escoamento.

Esta redução de secção conduzirá, na generalidade dos casos, a notável diminuição do vão a vencer, o que será de interesse considerar, desde que a economia deste modo conseguida para a obra de arte, compense as despesas nas necessárias concordâncias e nos muros laterais. Compreende-se que para muitos canais o estabelecimento

de pontes, resulta apreciàvelmente mais económico, se no troço interessado, o vão for reduzido ao mínimo possível.

Em canais de terra nos quais o escoamento se produza em regime permanente e lento, uma redução de secção localizada, dentro de determinados limites, corresponderá a um abaixamento da linha de água no troço reduzido e a um aumento da velocidade.

Condiciona, como é óbvio, a redução possível, o facto de não ser normalmente de admitir que em canais de terra se registe regolfo de elevação sensível. E assim, a energia disponível a montante da secção reduzida, deverá ser suficiente a garantir o seu escoamento nesta secção.

Por outro lado, não convirá que, para um dado caudal, a velocidade resultante no estrangulamento seja próxima da velocidade crítica que lhe corresponde na secção corrente do canal. De facto, a velocidade atingida no estrangulamento interessa um troço mais ou menos extenso e, a não ser que se disponha de concordâncias excessivamente prolongadas, se aquela velocidade fosse vizinha da de regime crítico próprio do canal, poderia formar-se um ressalto ondulado que provocaria erosões acentuadas nos taludes das margens.

Estas duas condições permitem deduzir a secção reduzida que poderá ser estabelecida num troço localizado dum canal de terra, com o escoamento em regime uniforme e lento, de modo a reduzir o vão a vencer com uma obra de arte, sem que dessa redução resulte alteração sensível para as condições de escoamento a montante e a jusante desse troço.

Com efeito, não considerando a influência da curvatura dos filetes líquidos, curvatura aliás muito reduzida nos casos correntes, a condição para não se produzir regolfo de elevação será a que corresponde à igualdade da energia na secção reduzida e na secção corrente do canal. A embocadura desta secção reduzida poderá estabelecer-se por forma a que a influência da perda de carga correspondente seja insignificante, para o dimensionamento do troço reduzido, pelo que se considera este valor como desprezível para esse efeito.

A perda de carga da saída será também, normalmente muito pequena e não afectará sensìvelmente o valor da energia a considerar. No entanto, como nem sempre convirá dispor concordância de jusante, suficientemente extensa, considera-se em seguida este valor da perda de carga de saída, que se calculará pela expressão da perda de carga de Borda, acrescida do termo de Saint-Venant.

A condição de inexistência de regolfo de elevação será então:

$$H_u = h_u + \frac{U_u^2}{2g} = h_r + \frac{U_r^2}{2g} + \delta H$$

em que o índice *u* corresponde aos valores da secção corrente do canal em regime uniforme e lento e o índice *r* à secção reduzida.

O valor de δ H, admitindo que a velocidade de regime uniforme do troço de jusante será igual à de montante, o que se verifica com suficiente aproximação, será

$$\delta_H = \frac{(U_r - U_u)^2}{2g} + \frac{1}{9}\,\frac{U_u^2}{2g}$$

* * *

Para que à secção reduzida a estabelecer, corresponda, a um dado caudal, velocidade suficientemente afastada do valor crítico, poderá fixar-se

$$U_r = K\,U_c$$

em que K é um coeficiente menor que 1, arbitrado em cada caso conforme a segurança que se pretenda, e U_c é a velocidade crítica correspondente ao caudal considerado, na secção corrente do canal.

Portanto, calculando para diferentes alturas de água o caudal de regime uniforme e a energia na secção corrente do canal e ainda a velocidade crítica correspondente, tem-se o seguinte:

Conhece-se para um particular valor de altura de água hi_u os valores Hi_u e U_{ic} e, portanto, arbitrando um dado valor de K,

conhecer-se-á a velocidade na secção reduzida:

$$U_{ir} = K\ U_{ic}$$

e deduzir-se-á a altura de água nesta secção:

$$h_{ir} = H_{i,u} - \frac{U_{ir}^2}{2g} - \delta H$$

Mas, conhecida a velocidade U_{ir}; fica igualmente conhecida a secção reduzida correspondente

$$S_{ir} = \frac{Q_i}{U_{ir}}$$

Para determinar, com regular aproximação a forma da secção, pode agora proceder-se gràficamente representando para cada valor da altura de água na secção reduzida, o rectângulo que, com esta altura, tenha área

Foto 14 — Verificação em laboratório da secção reduzida calculada para o colector Ribeiro da Marinha

igual ao valor de S_{ir}, deduzido. Fácil se torna em seguida traçar a linha contínua que limite para cada valor de h_{ir} áreas iguais a S_i.

No caso de não apresentar grande inconveniente que se verifiquem regolfos de elevação para caudais inferiores ao máximo para que o canal está dimensionado, será admissível adoptar a secção reduzida de forma rectangular, hidràulicamente equivalente para este caudal à secção trapezoidal anteriormente deduzida.

Conseguir-se-á deste modo uma redução maior do vão a vencer com a obra de arte, devendo sempre ponderar-se que o regolfo para os caudais pequenos poderá favorecer a sedimentação de caudal sólido transportado pelo canal.

Para aferição das conclusões indicadas, procedeu-se, em Laboratório, à verificação experimental da redução de secção deduzida para um canal de terra de forma trapesoidal, tendo-se confirmado inteiramente a dedução feita.

3 — Dissipação da energia nos degraus em canais de terra

Resolvido o problema do módulo, põe-se imediatamente o da dispersão da energia, originada pela queda habitualmente existente nas confluências de canais de terra, ou em degraus intermédios nestes que necessidades construtivas aconselhem a adoptar, sendo indispensável prever dispositivo para dissipar a energia conseguindo-se velocidades de entrada no canal efluente, que não produzam erosões nos seus taludes de terra.

Este problema, reduzidas as devidas proporções, é, fundamentalmente, o mesmo da protecção da base dos descarregadores de superfície de barragens.

Actualmente está generalizada para este efeito a adopção de dispositivos que provoquem a formação do ressalto hidráulico a que corresponde a perda de energia da passagem do regime rápido a lento.

Não basta para isso, no entanto, dispor o canal efluente com inclinação inferior à crítica, para o caudal a escoar, o que provocaria certamente a formação dum ressalto, mas instável. O comprimento deste resalto, que poderia deduzir-se teòricamente, seria grandemente influenciado pela altura de água no canal de jusante, variável com o caudal recolhido do afluente e com o caudal próprio que aquele eventualmente estará destinado a escoar.

E assim, não bastaria a protecção dos taludes de terra por meio de conveniente revestimento, num troço limitado, pois o ressalto, em função das condições de jusante, poderia ocupar sucessivas posições, prolongando-se mais ou menos no canal efluente.

Por isso, para a dispersão da energia, prefere-se a construção de soleira saliente, ou aprofundamento local do leito, pouco a jusante da base do degrau, por forma a estabelecer-se o ressalto afogado que se formará no tanque de amortecimento assim constituído. No troço sujeito à perturbação causada pelo ressalto, protegem-se os taludes com revestimentos adequados.

Julga-se que não poderia apresentar-se justificação mais completa da preferência dada a este processo de dissipação de energia, do que a transcrita em seguida do artigo «Il salto di Bidone» — Ing. Duillio Citrini.

L'Energia Electrica 1939:

> «Creio que Riegel e Beebe foram os primeiros em 1914 a pôr em clara evidência as possíbilidades do ressalto como amortecedor de correntes rápidas e as suas vantagens sobre qualquer dispositivo até então estudado para o mesmo efeito; vantagens que se podem substancialmente resumir na alta capacidade dissipativa contida num limitado volume de água, no relativamente baixo custo da obra, na quase absoluta segurança de projecto, independente, se se quizer, de específicas experiências sobre modelos, as quais podem ter só o objectivo de reduzir, mediante particulares artifícios, a extensão e importância das obras necessárias a provocar o processo de dissipação. Pode-se enfim acrescentar que, comparado a outros processos de amortecimento, o ressalto se apresenta ainda relativamente tranquilo e oferece, portanto, maior segurança de funcionamento, com menores despesas de manutenção».

Existem numerosas fórmulas para o proporcionamento dos tanques de amortecimento — «bacini smorzatori» — sendo as mais utilizadas as de Safranez, Woycicki, Pietrkowski e Smetana.

Estas fórmulas semi-empíricas conduzem no entanto a resultados por vezes apreciàvelmente diversos e nem sempre de acordo com a realidade, manifestando o Eng. Citrini, no seu artigo, a convicção de que não será natural que para futuro se consigam conclusões muito mais seguras «dada a natureza do processo de dissipação, no qual entra como elemento dominante e determinante o vórtice superficial, sobre o qual muito pouco poderá dizer a teoria».

O problema em confluências de canais de terra, embora não apresente a magnitude dos casos de descarregadores de barragens, tem a condicioná-lo a extrema variação de caudais próprios do canal efluente, variação que em geral será pràticamente independente da do canal afluente, podendo este representar uma parcela muito pequena do primeiro.

O Prof. Guido Nebbia apresenta em 4 artigos publicados na revista «L'Energia Elettrica» de 1940 e 1941 detido estudo sobre os dissipadores de ressalto, talvez o mais completo existente até à data sobre o assunto, dividindo o seu trabalho em estudo teórico, determinações experimentais e normas de proporcionamento.

Como o seu autor indica, a análise feita nestes artigos é demasiado vasta e minuciosa para que possa ser fàcilmente resumida; julga-se no entanto de interesse apontar as regras de dimensionamento que mais interessam ao nosso caso e as conclusões mais importantes citadas pelo autor.

Nebbia nos artigos referidos estuda pormenorizadamente o problema, tanto para dissipadores em depressão como sobreelevados, relativamente ao leito do curso de água de jusante, considerando os casos de correntes rápidas provocadas por descargas de fundo ou de superfície. Ainda para cada caso considera a hipótese do álveo ser de inclinação superior ou inferior à crítica correspondente ao caudal escoado.

Resulta das conclusões de Nebbia e outros

autores que, salvo em casos especiais, o aprofundamento do leito para constituição do tanque de amortecimento é preferível ao estabelecimento de batente sobreelevado. A desvantagem mais saliente do batente sobreelevado, é a que decorre de persistir necessàriamente uma quantidade de energia sobrante igual à representada pela altura do batente.

No nosso caso, deve notar-se que na chegada duma rápida ponta de cheia sobre o degrau, o caudal pode subir ràpidamente, desde zero ou valores insignificantes, até atingir o máximo para que a obra está dimensionada. Durante este período e enquanto o nível no canal efluente sobe pouco a pouco, estabelece-se uma fase de regime variado, de duração difícil de prever, em que o escoamento no álveo de jusante se comporta como se se verificasse regime rápido.

Esta fase de regime variado, por ser de duração limitada, não apresenta interesse quando o álveo a proteger seja de natureza rochosa, mas é óbvio que em canais de terra onde os efeitos de erosão são imediatamente sensíveis, é esta situação mais desfavorável que condiciona o proporcionamento da obra de protecção a estabelecer.

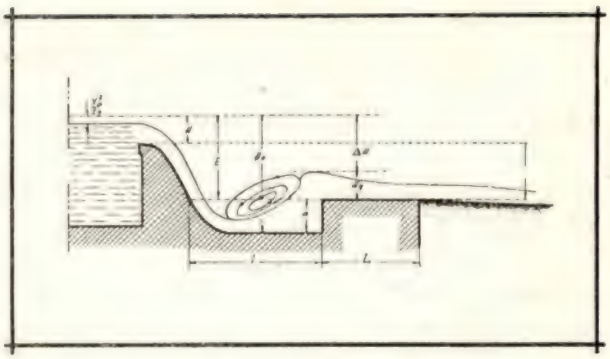
Deste modo, dos vários casos estudados pelo Prof. Nebbia, apenas nos interessará considerar o problema do dimensionamento dos dissipadores em depressão na base de descarregadores de superfície, supondo que no álveo de jusante se podem estabelecer as condições de regime rápido.

Profundidade do tanque

Referindo-nos ao esquema da figura junta, designaremos por q_{H_0} o caudal unitário máximo compatível com a carga total H_0, ou seja o caudal que poderia escoar-se em regime crítico com a energia H_0 e que é

$$q_{H_0} = \sqrt{g\left(\frac{2}{3}H_0\right)^3}$$

Designando por q o caudal unitário (por m.l.) que se verifica sobre o dissipador, e na



hipótese considerada de poderem estabelecer-se a jusante as condições de regime rápido, o escoamento sobre a parede frontal do tanque far-se-á em regime crítico e será

$$H_q = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

De numerosíssimas experiências efectuadas pelo autor e do estudo teórico do ressalto, concluiu Nebbia, em trabalho publicado nos meses de Fevereiro e Março de 1936 da revista «Acqua e gas» que, para canais de secção monómia — $\omega = b\,h^n$ (e o resultado é generalizável a outras) —, existem correspondências biunívocas entre as relações adimensionais das grandezas que intervêm num ressalto

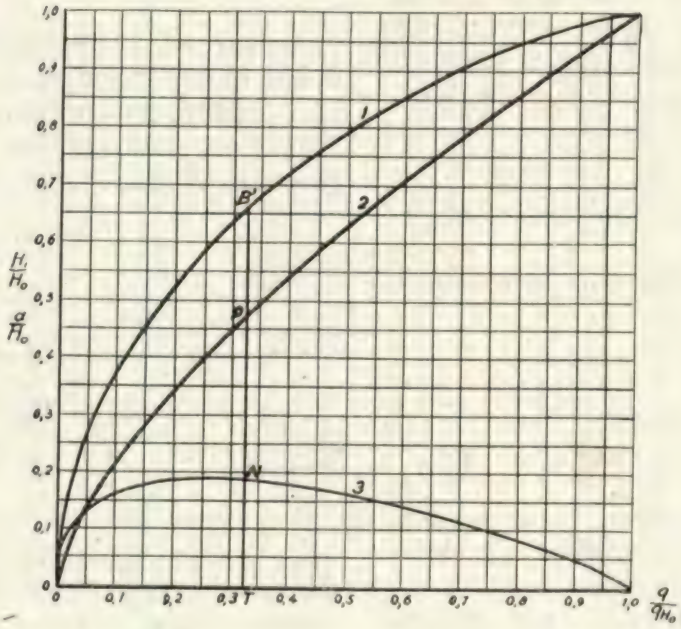
A correspondência biunívoca verificada pelo autor entre $\frac{H_1}{H_0}$ e $\frac{q}{q_{H_0}}$ está representada na curva *1* da primeira figura da página seguinte. Por outro lado, é evidente que é $\frac{H_q}{H_0} = \left(\frac{q}{q_{H_0}}\right)^{\frac{2}{3}}$, relação que se representa gràficamente na curva 2.

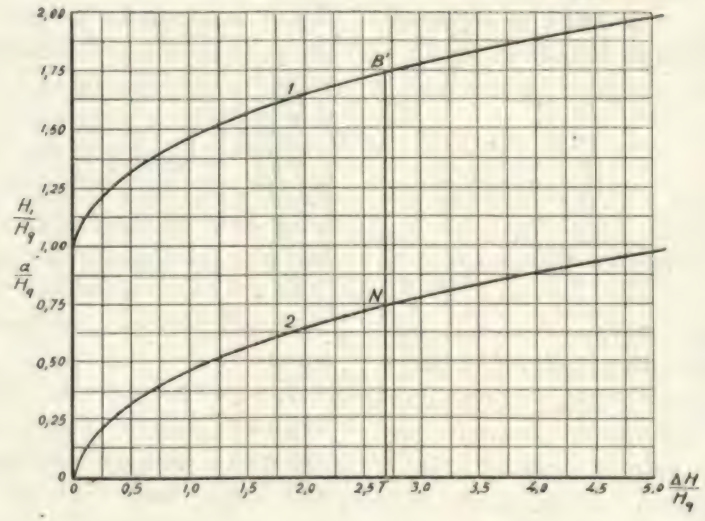
Como se vê imediatamente, a diferença das ordenadas destas duas curvas, a que corresponde a curva 3, dá a relação $\frac{a}{H_0}$ em função de $\frac{q}{q_{H_0}}$, visto que é

$$\frac{H_1}{H_0} - \frac{H_q}{H_0} = \frac{a + H_q}{H_0} - \frac{H_q}{H_0} = \frac{a}{H_0}$$

Esta relação é a que interessa ao dimensionamento dos dissipadores sobreelevados.

Igualmente o autor verificou que para secções monómias (e o resultado é genera-


1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
H₁/H₀
a/H₀
1
2
3
B'
P
N
0
0,1
0,2
0,3 T
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
q/qH₀


2,00
1,75
1,50
1,25
1,00
0,75
0,50
0,25
0
H₁/H₀
a/H₀
1
2
B'
N
0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5 T
3,0
3,5
4,0
4,5
5,0
ΔH/H₀

lizável a outras secções), entre as relações adimensionais $\frac{H_1}{H_q}$ e $\frac{\Delta H}{H_q}$ existe uma correspondência biunívoca traduzida pela curva 1 da última figura da página anterior:

Fàcilmente se verifica que a diferença entre as ordenadas desta curva e a unidade representa o valor de $\frac{a}{H_q}$.

Tem-se deste modo a relação entre $\frac{a}{H_A}$ e $\frac{\Delta H}{H_q}$ para a qual Nebbia apresenta a expressão:

$$\frac{a}{H_q} = 0{,}5 \sqrt{\frac{\Delta H}{H_q}} - 0{,}025 \frac{\Delta H}{H_q} - 0{,}01 \qquad (14)$$

Pode assim determinar-se a profundidade a adoptar para o tanque de dispersão obtido por aprofundamento do álveo.

Com efeito, conhecidos Z, q e H, que são dados do problema, deduz-se H_q e $\Delta H = E - H_q = Z + H - H_q$, desprezando, como na restante análise de Nebbia, as perdas de carga de saída e as devidas ao atrito ao longo da descarga e no tanque, justificando o autor que o facto não afecta sensìvelmente as conclusões apresentadas.

Como o valor de E aumenta com o caudal, igualmente conclui que o proporcionamento do tanque para descarregadores em parede espessa, (e o resultado é generalizável a outros) deverá sempre fazer-se para o caudal máximo, pela simples aplicação da fórmula (14).

* * *

Comprimento do tanque

Para que o ressalto se forme a montante da zona de chamada do canal de saída, é suficiente que seja dado ao tanque um comprimento total igual à soma do comprimento próprio interessado pelo ressalto e o comprimento conveniente para o escoamento da corrente em regime crítico, sobre a parede frontal do tanque

$$l = l_r + l_c$$

Nebbia considera para comprimento do ressalto a expressão de Safranez:

$$l_r = 4{,}33\ h_1$$

Numerosas verificações do autor e estudos já anteriormente feitos por outros autores permitiram-lhe concluir que podem reduzir-se notàvelmente os valores de *l*, tomando Nebia:

$$l = 0{,}9\ l_r\ ,$$

ou seja

$$l \simeq 4\ h_1$$

Ou, representando por ε a relação $\frac{h}{H}$, designada por grau de reacção:

$$l \simeq 4\ \varepsilon_1\ H_1$$

Por outro lado, como nos casos de interesse prático a corrente rápida a montante do ressalto está notàvelmente afastada do regime crítico, pode considerar-se $\varepsilon \simeq 1$ e, em definitivo, Nebbia propõe que se adopte:

$$l = 4\ H_1 = 4\ (a + H_q) \qquad (24)$$

O autor sublinha a evidente latitude com que pode ser tomado o comprimento do tanque, notando que maiores comprimentos não serão de todo inúteis, pois contribuirão para reduzir a agitação residual que subsiste na corrente lenta após o ressalto e que, por outro lado, poderão considerar-se reduções de *l* aumentando ligeiramente a profundidade do tanque além do valor teórico ou por meio de artifícios vários.

Portanto, nos casos correntes, o dimensionamento de dissipadores em depressão na base de degraus em canais de terra poderá fazer-se pelo simples emprego das fórmulas (14) e (24) obtendo-se solução satisfatória, mas que não será certamente a mais económica

Esta só poderá ser definida mediante conveniente estudo em modelo reduzido, ensaiando sucessivas modificações aos valores deduzidos teòricamente, com vista a reduzir o custo da obra, demonstrando Nebbia nos artigos citados que a aproximação do emprego do modelo reduzido é perfeitamente aceitável.

É assim, por exemplo, no artigo «Ricerche sperimentali su modelli eseguite per una diga tracimabile», publicado em Março de 1940 na revista «L'Energia Elettrica», o Dot. Ing. Felice Contessini ao apresentar as conclusões do estudo do tanque de amortecimento do descarregador de barragem por ele estudado, conclui que no seu caso, «a diminuição da distância entre o pé do descarregador e a parede frontal do tanque até 15,60 m e o seu aumento até 34,80 m não produzem variações apreciáveis no funcionamento do dissipador, salvo o deslocamento do ressalto para montante ou jusante».

No entanto, como recomenda D' Citrini, sempre que não se possa recorrer a experiências em laboratório, a fixação das dimensões longitudinais dos dissipadores deve fazer-se com critério da maior prudência o que, como o autor reconhece, conduzirá a soluções caras.

Nebbia e Contessini concluem ser vantajoso dispor verticalmente e em aresta viva a parede frontal do tanque de dispersão, em igualdade de altura deste.

Um artifício que parece permitir, em quase todos os casos, razoável redução das dimensões do tanque é o de dispor neste, pequenos pilares de secção quadrada com a diagonal orientada no sentido da corrente. É claro que a adopção dos pilares só deverá fazer-se quando o curso de água não transporte elevado caudal sólido que possa provocar desgaste prematuro dos pilares construídos.

Para aplicação do estudo de Nebbia ao dimensionamento de dissipadores em canais de terra de forma trapezoidal, considerou-se assimilado a um canal rectangular o álveo imediatamente a jusante do tanque de dispersão. Acontece, no entanto, que a largura do tanque é uma incógnita do problema. Verifica-se que as restantes dimensões — profundidade e comprimento — serão tanto menores quanto maior a largura, ou seja mais reduzido q e o correspondente H_q.

Dos numerosos ensaios de Laboratório efectuados nas Obras do Rio Lis, tirou-se a conclusão que a largura mais conveniente a dar ao tanque, é a que conduz a uma regular distribuição da lâmina líquida na base do degrau. Compreende-se que a formação do ressalto será tanto mais regular, quanto mais uniforme fôr a distribuição de energia da corrente rápida sobre a parede frontal do tanque.

Foto 15 — Ensaio de laboratório da confluência do colector de Amor com o rio Lis

Correspondendo normalmente ao módulo do canal uma notável concentração dos filetes líquidos, interessa dispor o perfil da descarga de modo a que esta se faça de lâmina aderente e acompanhando-a por forma a distribuir a lâmina líquida com

Foto 16 — Aspecto duma fase da construção da confluência do colector de Amor com o rio Lis

altura sensìvelmente uniforme na base do degrau.

Para poderem utilizar-se as expressões de Nebbia em degraus em canais de terra, dispondo de estrangulamento na secção terminal, torna-se portanto conveniente recorrer a ensaio de Laboratório para determinação do perfil a atribuir à descarga para que esta se faça nas condições anteriormente indicadas, visto doutro modo não ser fácil proceder a conveniente escolha daquele perfil.

Por outro lado, já se viu que a expressão que permite calcular o comprimento do tanque conduz a resultados que poderão em muitos casos ser excessivos.

Deste modo, a vantagem da experiência de Laboratório é por demais evidente, devendo ainda salientar-se que só ela permitirá a conveniente adopção das características do canal de saída, quando haja de dispor-se uma concordância em curva entre o afluente e o álveo de jusante como se torna necessário nas confluências de dois canais para conseguir a melhor convergência das duas correntes.

Exemplos de aplicação

1 — Ribeiro dos Milagres

Já se viu anteriormente que as características principais da secção alterada eram:

Caudal máximo — $Q = 120\ m^3/seg.$

Altura de máximas águas $h = 4{,}20\ m$

Determinou-se também a secção do módulo.

As condições topográficas locais aconselham a dispor o fundo do leito do Ribeiro na secção da confluência com o Rio Lis, cerca de três metros mais alto do que o leito do Rio.

Para o dimensionamento do tanque de dispersão de energia a estabelecer na confluência, começou por estudar-se em Laboratório o perfil e a forma da descarga, adoptando-se depois de sucessivos ensaios a solução que mostram as fotografias juntas, pela qual se consegue uma sensível distribuição uniforme de energia na base do degrau.

Conhece-se deste modo a largura a fixar ao tanque de dispersão que é de 11,0 metros.

$$q = \frac{120}{11} = 10{,}9$$

$$H_q = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 3{,}44\,m \quad Z = 3{,}00\,m$$

Para o caudal de 120 m^3/seg é $H = 4{,}59$, e, portanto:

$$\Delta H = Z + H - H_q = 4{,}15\ m$$

$$\frac{\Delta H}{H_q} = \frac{4{,}15}{3{,}44} = 1{,}21$$

A aplicação da fórmula de Nebbia dá pois:

$$\frac{a}{H_q} = 0{,}5\sqrt{\frac{\Delta H}{H_q}} - 0{,}025\,\frac{\Delta H}{H_q} - 0{,}01 = 0{,}51$$

Donde se deduz a profundidade do dissipador

$$a = 0{,}51 \times 3{,}44 = 1{,}75\ m$$

O comprimento seria neste caso

$$l = 4\,(a + H_q) = 20{,}8\ m$$

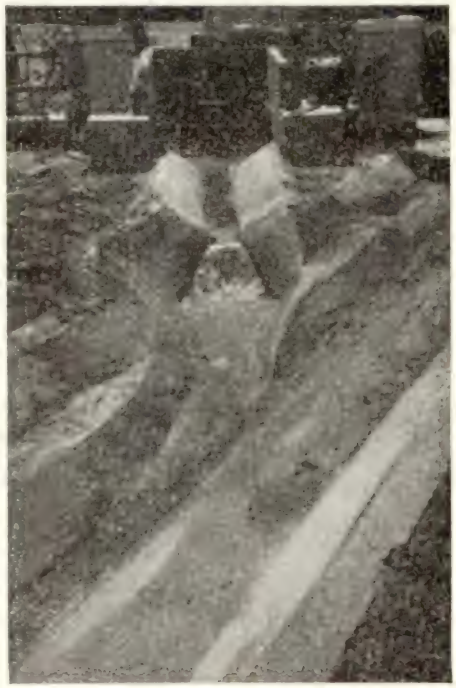


Foto 17 — Modelo reduzido da obra projectada para confluência do Ribeiro dos Milagres com o rio Lis

GABINETE DE ESTUDOS HIDRÁULICOS

ORGANIZADO EM 1945

Telefones 4 5451 e 5 3873 — Rua Rodrigo da Fonseca, 62-4.º D.to — LISBOA

ABASTECIMENTOS de ÁGUA

Direcção do
Eng.º Ferreira Chaves

Alguns trabalhos realizados:

Abastecimento de Água de Setúbal.

Ampliação do Abastecimento de Água do Funchal (Plano Geral).

CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS
SONDAGENS

Direcção do
Eng.º Augusto Cavaco

Alguns trabalhos realizados:

Estação de Valada (Comp.ª das Águas de Lisboa)

Captações do Canário (S. Miguel — Açores).

TRABALHOS MARÍTIMOS
FUNDAÇÕES

Direcção do
Eng.º Vasco Costa

Alguns trabalhos realizados:

Estudo de obras acostáveis (Figueira da Foz e S. Tomé).

Fundação flutuante sobre lôdos (Sacavém).

APROVEITAMENTOS
HIDRO-AGRÍCOLAS
E
HIDRO-ELÉCTRICOS

—

"APAGEL"

Direcção do
Eng.º Barrancos Vieira

Alguns trabalhos realizados:

Rega (projectos e execução):

Aprov. Hidro-Agrícola de Vale de Moura (Rega de 250 ha).

Aprov. Hidro-Agrícola de Mercês (Rega de 40 ha).

Energia (projectos):

Aprov. Hidro-Eléctrico do Biópio (Angola).

Obras de Derivação e Central Subterrânea de Salamonde (Cavado).

ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

GRENOBLE

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA

HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA

EQUIPAMENOS DAS GRANDES BARRAGENS

Rodas para turbinas «FRANCIS» de 56.000 CV e 28.000
CENTRAL DE CORDEAC

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho

AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

Depois de estudo no Laboratório das obras, verificou-se que introduzindo conveniente estreitamento de secção do canal de saída, após o dissipador, poderia, sem inconveniente para o funcionamento deste, reduzir-se a profundidade a 1,50 m e o comprimento a 11,0 m.

Foto 18 — Funcionamento da confluência estudada na fase de chegada duma ponta de cheia, não considerando caudal próprio, no Rio

2 — *Colector da Carreira*

O maior colector de encosta existente nestas obras dá entrada das suas águas no Rio Lis mediante um degrau de três metros.

Caudal máximo	$Q = 41{,}49\ m^3/seg$
Altura de máximas águas	$h = 4{,}16\ m$
Energia correspondente	$H = 4{,}23\ m$

Este colector que se encontrava já completamente construído quando foram estudados os pormenores da confluência, incide quase normalmente ao Rio Lis, sendo necessário assegurar uma boa ligação do dique marginal do Rio, sobre o colector para o trânsito do equipamento mecânico das obras, pelo que os encontros do pontão a estabelecer se projectaram, de modo a garantir o fácil acesso dos veículos, em aproximada continuidade com a mota e servindo simultâneamente de módulo da secção terminal do colector, iniciando-se portanto o degrau sensìvelmente na base da mota.

Para o tanque de dispersão de energia e canal de concordância com o Rio, dispunha-se assim duma extensão muito limitada, sendo necessário desenvolver o dissipador em curva, e até a própria superfície de descarga, para conseguir a passagem da corrente de direcção normal ao eixo do Rio a uma concordância sob ângulo aceitável.

A aplicação das expressões de Nebbia a este caso conduz ao seguinte:

A largura do tanque de dispersão de energia é de sensìvelmente 10 metros, sendo pois:

$$q = \frac{41.49}{10} = 4{,}15$$

$$H_q = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 1{,}81$$

Como

$$Z = 3{,}00 \qquad H = 4{,}23$$

$$\Delta H = Z + H - H_q =$$
$$= 3{,}00 + 4{,}23 - 1{,}81 = 5{,}42$$

$$\frac{\Delta H}{H_q} = \frac{5{,}42}{1{,}81} = 2{,}99$$

$$\frac{a}{H_q} = 0{,}5\sqrt{2{,}99} - 0{,}025 \times 2{,}99 - 0{,}01$$
$$= 0{,}78$$

A profundidade requerida será

$$a = 0{,}78 \times 1{,}81 = 1{,}41\ m$$

E o comprimento do tanque

$$1 = 4\ (a + H_q) = 12{,}9\ m$$

Para conseguir uma notável redução das dimensões calculadas utilizaram-se 7 pequenos pilares colocados com a diagonal orientada no sentido da corrente e situados dentro do tanque de amortecimento a cerca de

1,50 m da sua parede frontal. Além disso estudou-se convenientemente a forma e orientação do canal de saída.

Pôde deste modo, sem prejudicar o eficiente funcionamento da obra projectada, reduzir-se a profundidade do dissipador a 1 m e o comprimento a 6 m.

Canal VI

O colector designado por canal VI transporta as águas dum ribeiro secundário relativamente importante, fazendo-as confluir com as do colector de Monte Redondo e dando assim origem ao colector da Carreira que, por sua vez, vai confluir no rio Lis.

O canal VI está previsto para escoar um caudal máximo de 21,41 m^3/seg, sob uma energia total de 2,70 m.

Do mesmo modo, verificou-se que para uma regular distribuição de energia no dissipador a largura deste devia ser de 5,70 m

$$q = \frac{Q_{máx.}}{5,70} = 3,76$$

E, portanto,

$$H_q = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 1,69$$

A altura do degrau é

$$Z = 1,50 \text{ m}$$

$$\Delta H = Z + H - H_q = 2,51 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta H}{H_q} = \frac{2,51}{1,69} = 1,485$$

A aplicação da expressão de Nebbia conduz a:

$$\frac{a}{H_q} = 0,5\sqrt{1,485} - 0,025 \times 1,485 - 0,01 = 0,56$$

$$a = 0,56 \times 1,69 = 0,95$$

E o comprimento calcula-se em seguida:

$$l = 4\,(a + H_q) = 10,5 \text{ m.}$$

Neste caso tomou-se a profundidade do dissipador igual a 1,0 metro, ou seja, pràticamente o valor deduzido anteriormente.

Mas depois de cuidadoso estudo do canal de saída, verificou-se poder reduzir-se o comprimento do tanque a cerca de 6 metros.

Em conclusão:

Das aplicações feitas da expressão de Nebbia e do estudo efectuado no Laboratório para os casos citados, constatou-se que a dedução da profundidade do dissipador conduzia a resultados susceptíveis apenas de ligeiras correcções que não afectavam sensìvelmente a sua ordem de grandeza.

Pelo contrário, verificou-se que o comprimento do tanque de amortecimento, por meio de simples artifícios, podia reduzir-se de sensìvelmente 50 % nos três casos estudados sem que o funcionamento do dissipador fosse menos eficiente.

Completaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1950-51 os nossos colegas:

ENGENHARIA MECÂNICA

Manuel da Fonseca Monteiro Guedes de Andrade e Octávio Nunes de Oliveira

que por lapso não vieram incluídos na relação publicada no N.º 221.

AFINIDADE

Pelo Engenheiro Químico-Industrial (I. S T.
JOSÉ FERREIRA AMARO

C. D. 541 . 124

I — Considerações gerais

A) *Grau de avanço da reacção*

Consideremos um sistema fechado em que se passam r reacções simultâneas representadas pelas equações

$$\begin{cases} 0 = \Sigma_\gamma \, \nu_{\gamma 1} \, M_\gamma \\ \vdots \\ 0 = \Sigma_\gamma \, \nu_{\gamma r} \, M_\gamma \end{cases} \qquad (1)$$

As equações (1) exprimem a conservação da massa durante cada uma das r reacções no sistema considerado.

Em virtude da lei das proporções definidas o acréscimo de massa do constituinte γ, nestas reacções, é proporcional à massa molecular M_γ e ao seu coeficiente estequiométrico ν_γ, resultando, pois

$$\begin{cases} m_1 - m^\circ_1 = \nu_1 \, M_1 \, \xi \\ m_\gamma - m^\circ_\gamma = \nu_\gamma \, M_\gamma \, \xi \\ m_c - m^\circ_c = \nu_c \, M_c \, \xi \end{cases}$$

Aparece, assim, a variável ξ a que se chama «grau de avanço» da reacção. Esta variável tem bastante interesse nas considerações que vão seguir-se sobre afinidade.

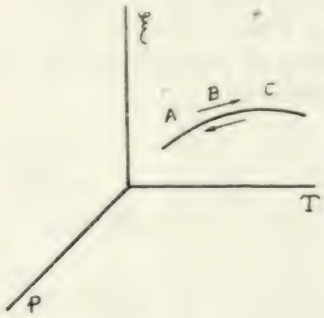
B) *Afinidade*

Consideremos um sistema fechado a uma temperatura uniforme, efectuando uma transformação dada A B C.

Esta transformação será reversível se se puder efectuar em sentido inverso de forma que todas as variáveis de estado passem pelos mesmos valores mas em ordem inversa.

Todas as transformações que não obedecem a este critério dir-se-ão irreversíveis.

As transformações que se efectuam espontâneamente na natureza são irreversíveis.



Para todas as transformações reversíveis dum sistema fechado o segundo princípio da Termodinâmica pode escrever-se

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

ou

$$T\,dS - dQ = 0$$

No caso de se tratar de uma transformação irreversível, teremos:

$$T\,dS - dQ > 0$$

ou

$$T\,dS - dQ = dQ' \qquad (2)$$

sendo

$$dQ' > 0$$

Segundo Clausius dQ' é o calor não compensado.

A relação (2) é a definição de calor não compensado, que é igual ao excesso do

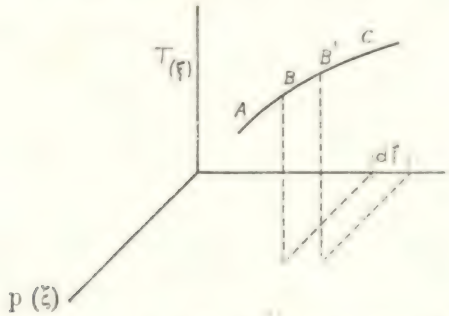
acréscimo da entropia multiplicado pela temperatura sobre o calor recebido pelo sistema no decorrer da transformação.

O calor não compensado constitui uma verdadeira medida da irreversibilidade da transformação efectuada pelo sistema.

Em tudo o que segue consideramos os sistemas de temperatura uniforme, isto é, em que a temperatura é a mesma em qualquer ponto, e excluimos o caso do sistema ser sede de fenómenos mecânicos irreversíveis. Por outro lado consideramos o caso dos sistemas serem sede de transformações químicas irreversíveis.

Seja pois uma transformação qualquer irreversível A B C dum sistema fechado e uniforme.

Considerando o grau de avanço ξ como variável independente, fixemos a nossa atenção sobre a transformação irreversível B B', fazendo parte da transformação irreversível A B C considerada.



Segundo Th. De Donder o calor não compensado posto em jogo no decorrer da transformação está ligado com a variável química ξ e para uma transformação infinitesimal B B' no decorrer da qual ξ se modifica de $d\xi$ será:

$$dQ' = A\, d\xi \qquad (3)$$

sendo

$$dQ' > 0$$

É (3) a relação fundamental de Th. De Donder.

Ao factor A que figura em (3) é que se chama afinidade da reacção considerada.

Donde, para definição de afinidade, teremos:

$$A = \frac{dQ'}{d\xi} \qquad (3')$$

A função A definida por (3') não dependerá do tipo de transformação considerada, mas ùnicamente do estado do sistema no instante t.

A afinidade assim definida é pois, uma função de estado do sistema e poderemos escrever:

$$A = A\,(p, T, n_1 \ldots . n_c)$$

No caso de uma transformação reversível teremos:

$$dQ' = A\, d\xi = 0$$

No estudo de uma reacção química interessa saber o sentido em que essa reacção se vaï efectuar.

Consideremos o tempo t como variável independente e as variáveis x, y e ξ como funções do tempo, teremos:

$$x = x\,(t) \qquad y = y\,(t) \qquad \xi = \xi\,(t)$$

ou

$$A = A\,[x\,(t), y\,(t), \xi\,(t)] = A\,(t)$$

Anàlogamente o calor não compensado é uma função bem determinada do tempo durante a transformação A B C considerada.

A função fundamental de Th. De Donder (3) escrever-se-á

$$\frac{dQ'\,(t)}{dt} = A\,(t)\,\frac{d\xi(t)}{dt} > 0$$

com $dt > 0$

e sendo $\frac{d\,\xi\,(t)}{dt}$ a velocidade de reacção; donde teremos:

$$\frac{dQ'}{dt} = A\,v$$

concluindo-se que a afinidade e a velocidade de reacção tem o mesmo sinal durante toda a transformação, permitindo, por isso, o sinal da afinidade A dizer em que sentido se efectua a reacção.

Quando $v = 0$ o sistema está em equilíbrio químico.

Quando for $A = 0$ teremos um equilíbrio químico verdadeiro.

Supondo conhecido o valor da afinidade A_0 num estado P^0 do sistema pode calcular-se o valor de A num outro estado P do sistema.

Podemos tomar para estado P^0 o estado

de equilíbrio do sistema em que $A_0 = 0$ se o equilíbrio é verdadeiro.

Para calcular A num estado qualquer pode utilizar-se a expressão geral:

$$\frac{A}{T} - \frac{A_0}{T^0} = -\int_{T^0}^{T} \frac{r_{pT}(T, p,^0 \xi^0)}{T^2} dT -$$

$$-\frac{1}{T}\int_{p'}^{p} \Delta_{pT}(T, p, \xi^0) dp - \frac{1}{T}\int_{\xi^0}^{\xi} \mathcal{G}_{pT}(p, T, \xi) d\xi \quad (4)$$

No entanto interessa considerar os seguintes casos particulares:

a) *Afinidade em função da temperatura*

Seja um sistema em que o estado P difere do estado P^0 sòmente pela temperatura, então (4) virá:

$$\frac{A}{T} = \frac{A^0}{T^0} - \int_{T_0}^{T} \frac{r_{pT}(p^0, T, \xi^0)}{T^2} dT \quad (5)$$

em que

$$A \equiv A(p^0, T, \xi^0) \quad A_0 \equiv A(p^0, T^0, \xi^0)$$

Deve notar-se que

$$r_{pT} = r_{pT^0} - \int_{T^0}^{T} \sum_{\gamma} \nu_\gamma c_{p\gamma} dT \quad (6)$$

e $c_{p\gamma}$ se encontra em tabelas.

b) *Afinidade em função da pressão*

O cálculo da afinidade do sistema num estado P que difere do estado P^0 sòmente pela pressão conduz a expressão (4) à expressão:

$$\frac{A}{T} = \frac{A_0}{T} - \frac{1}{T^0}\int_{p^0}^{p} \left(\frac{\partial V}{\partial \xi}\right)_{pT} dp \quad (7)$$

sendo

$$A \equiv A(p, T, \xi) \quad e \quad A_0 \equiv A_0(p^0, T, \xi)$$

c) *Afinidade em função da entropia*

No caso de se conhecer a variação da entropia do sistema a afinidade pode ser calculada pela relação de Berthelot-De Donder.

$$A = r_{pT} + T\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)_{pT} \quad (8)$$

sendo

$$\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)_{pT} = \Sigma_\gamma \nu_\gamma \left(\frac{\partial S}{\partial n_\gamma}\right)_{pT} = \Sigma_\gamma \nu_\gamma s_\gamma \quad (9)$$

Há ainda algumas relações importantes que interessa considerar no estudo dos problemas químicos.

Assim, teremos:

$$A^0 = \Sigma_\gamma \nu_\gamma A^0_\gamma \quad (10)$$

expressão que permite calcular a afinidade de uma reacção conhecidas as afinidades de formação dos constituintes nas mesmas condições de pressão e temperatura; relação entre a afinidade e a constante de Guldberg e Waage:

$$A = RT \log \frac{K(p, T)}{(N_1 f_1)^{\nu_1} (N_c f_c)^{\nu_c}} \quad (11)$$

e ainda

$$K(p, T) = e^{\frac{A'}{RT}} \quad (12)$$

A é a afinidade do sistema e A′ é a afinidade própria do sistema, isto é, a parte de A que depende sòmente de p e T, sendo, pois

$$A = A'(p, T) + A''(p, T, N_1 N_2 \ldots N_c) \quad (13)$$

Se $A'' = O$, A é independente da composição do sistema e, portanto, é igual à afinidade própria.

Duma maneira geral chama-se função termodinâmica própria a função P′ (p, T), independente da composição, tal que:

$$P = P'(p, T) + P''(p, T, N_1 \ldots N_c)$$

Em particular ao valor de P′ (p, T) para p = 1 atmosfera e T = 298,1° K ou 25° C chama-se valor «standard» da propriedade P.

Passemos a considerar alguns casos para realçar as vantagens do emprego da afinidade no estudo dos problemas químicos.

II — Aplicações

1) Redução do protóxido de ferro pelo carbono

Consideremos a reacção

$$OFe + C \rightarrow CO + Fe$$

Esta reacção passa-se entre 3 fases sólidas e uma gasosa.

Designemos o óxido de carbono por constituinte 1, o protóxido de ferro por constituinte 2, o carbono por constituinte 3 e o ferro por constituinte 4.

O título de CO é evidentemente igual a 1 e desta forma resultará para (11):

$$A = RT \log \frac{K(p,' T)}{f_1^{\nu_1}}$$

ou ainda em virtude de (13)

$$A = A' - RT \log f_1^{\nu_1} \qquad (14)$$

Se admitirmos que o CO se comporta como um gás perfeito, teremos simplesmente

$$f_1 = 1 \quad e \quad A = A'$$

A afinidade desta reacção confunde-se com a afinidade própria.

Calculemos a afinidade desta reacção utilizando os dados «standard» (afinidades e entropias standard) e os calores específicos moleculares.

De (14) resulta que

$$A = RT \log K(T) - RT \log p \qquad (15)$$

Nas tabelas encontram-se os seguintes valores para afinidades standard de formação e entropias standard:

$A^o_1 = 32.510$	cal/mol	$s^o_1 = 47,3$	cal/mol.grau
$A^o_2 = 58.936$	»	$s^o_2 = 13$	»
$A^o_3 = 0$	»	$s^o_3 = 1,39$	»
$A^o_4 = 0$	»	$s^o_4 = 6,49$	»

Em virtude de (10) teremos

$$A^o = -A^o_2 - A^o_3 + A^o_4 + A^o_1 = -26426 \text{ cal/mol} \qquad (16)$$

e para $\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)^o_{pT}$ teremos

$$\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)^o_{pT} = -s^o_2 - s^o_3 + s^o_4 + s^o_1 = 39,4 \text{ cal/mol grau}$$

em virtude de (8)

O calor de reacção «standard» é

$$r^o_{pT} = -26426 - 298 \times 39,4 = -38167 \text{ cal/mol}$$

Adoptando para calores específicos moleculares dos constituintes os seguintes valores dados em tabelas

$$c_{p_1} = 6,5 + 0,0010\,T \qquad (CO)$$
$$c_{p_2} = 9,39 + 0,00405\,T \qquad (O\,Fe)$$
$$c_{p_3} = 1,1 + 0,0048\,T - 0,0000012\,T^2 \qquad (C)$$
$$c_{p_4} = 4,39 + 0,00405\,T \qquad (Fe)$$

resulta que

$$\Sigma_\gamma \nu_\gamma c_{p\gamma} = 0,4 - 0,0038\,T + 0,0000012\,T^2$$

e graças a (6)

$$r_{pT} = r_{po} - 0,4\,T + 0,0019\,T^2 + 0,0000004\,T^3$$

e para A teremos

$$A = r_{po} + 0,4\,T \log T - 0,0019\,T^2 + 0,0000002\,T^3 - IT$$

em que r_{po} e I são independentes da temperatura.

Para fixar r_{po} consideram-se as condições «Standard».

Como vimos:

$$r^o_{pT} = -38167 \text{ e então}$$
$$r^o_{po} = -38206 \text{ cal/mol}$$

e anàlogamente, pelo conhecimento da afinidade «standard»

$$I = -37,79 \text{ cal/mol, grau}$$

A afinidade a uma atmosfera e a uma temperatura qualquer T escrever-se-á

$$A\,(1 \text{ atm}, T) = -38206 + 0,4\,T \log T - 0,0019\,T^2 + 0,0000002\,T^3 + 37,79\,T$$

e em virtude de (15) resulta

$$A = -38206 + 0,4\,T \log T - 0,0019\,T^2 + 0,0000002\,T^3 + 37,79\,T - RT \log p$$

e para K (T) teremos

$$\log K(T) = -\frac{38206}{RT} + \frac{0,4}{R} \log T - \frac{0,0019}{R}\,T + \frac{0,0000002}{R}\,T^2 + \frac{37,79}{R}$$

e para um equilíbrio verdadeiro vem $A = 0$, resultando de (15)

$$\log p_e = \log K(T) =$$
$$= -\frac{38206}{RT} + \frac{0,4}{R}\log T -$$
$$-\frac{0,0019}{R}T + \frac{0,0000002}{R}T^2 + \frac{37,79}{R}$$

Calculemos a temperatura de inversão da reacção.

Para a temperatura de equilíbrio T_i a equação obedecerá a

$$\log K(T_i) = -\frac{38206}{RT_i} + \frac{0,4}{R}\log T_i$$
$$-\frac{0,0019}{R}T_i + \frac{0,0000002}{R}T_i^2 +$$
$$+\frac{37,79}{R} = 0$$

Para

$T = 984^\circ$ K $\quad \log K(T) = -0,00165$

$T = 985^\circ$ K $\quad \log K(T) = +0,01982$

A temperatura de inversão calculada está compreendida entre 984 e 985° K

A experiência dá o valor 1006° K. (1)

2) *Consideremos a reacção em fase gasosa entre IH e Cl_2 segundo a equação*

$$IH + \frac{1}{2}Cl_2 \rightleftarrows ClH + \frac{1}{2}I_2$$

A afinidade «standard» desta reacção é segundo as tabelas e de (10)

$$A^\circ_{IH} = -315$$
$$A^\circ_{Cl_2} = 0$$
$$A^\circ_{ClH} = 22.670$$
$$A^\circ_{I_2\,(g)} = -4.630$$

$$A^\circ = 22.670 - \frac{1}{2} \times 4.630 + 315 =$$
$$= 20.670 \text{ cal/mol.}$$

e no equilíbrio verdadeiro teremos, de (12)

$$\frac{N_{ClH}\, N_{I_2}^{1/2}}{N_{IH}\, N_{Cl}^{1/2}} = e^{\frac{20.670}{R.\,298,1}} \approx e^{35}$$

(1) Estes valores são satisfatórios pois em alguns casos as tabelas dão-nos valores admitindo até 5 % de erro, vidé Perry.

O valor dos títulos ClH e I_2 será extremamente grande em relação a IH e Cl_2 no equilíbrio verdadeiro.

3) *Síntese de anilina a partir do benzeno*

A síntese industrial da anilina a partir do benzeno faz-se por partes com a formação intermédia de clorobenzeno ou nitrobenzeno.

Consideremos a síntese com formação intermédia de nitrobenzeno.

As reacções químicas são:

$$C_6H_6\,(l) + NO_3H\,(aq,\ 36\,M) \rightarrow$$
$$\rightarrow OH_2\,(l) + C_6H_5NO_2\,(l)$$

e

$$C_6H_5NO_2\,(l) + 3\,H_2\,(g) \rightarrow$$
$$\rightarrow 2\,OH_2\,(l) + C_6H_5NH_2\,(l)$$

em que, como sabemos (aq, 36 M) significa uma solução concentrada trinta e seis vezes molar.

As afinidades «standard» destas reacções são respectivamente:

$A^\circ = 28.300$ cal/mol. e $A^\circ = 114.100$ cal/mol.

A afinidade «standard» da reacção de síntese da anilina a partir do benzeno é, portanto

$$A^\circ = 28.300 + 114.100$$
$$= 142.400 \text{ cal/mol.}$$

Esta reacção é perfeitamente possível e deve efectuar-se no sentido da anilina.

Consideremos, agora o caso da síntese directa

$$C_6H_6\,(l) + NH_3\,(g) \rightarrow H_2\,(g) + C_6H_5NH_2\,(l)$$

Para a afinidade «standard» resulta

$$A^\circ = -9.900 \text{ cal/mol.}$$

donde se conclui que nas condições «standard» esta reacção só se efectuará com um rendimento muito baixo.

Notações

A — Afinidade.
A' — Afinidade própria.
A^o — Afinidade standard.
A^o_γ — Afinidade standard de formação do composto γ
$c_{p\gamma}$ — Calor específico molecular a pressão constante do constituinte γ.
$\mathcal{G}_{PT}$ — Segunda derivada parcial em relação a ξ, a p e a T constante da energia livre de Gibbs.
$K_{(p,T)}$ — Constante de Guldberg e Waage.
p — Pressão.
Q — Calor recebido pelo sistema.
Q' — Calor não compensado.
R — Constante universal dos gases perfeitos.
r_{pT} — Calor de reacção a pressão e a temperatura constantes.
r^o_{pT} — Calor de reacção standard.
T — Temperatura absoluta.
v — Velocidade de reacção.
N_γ — Título molecular do constituinte γ.
f_γ — Coeficiente de actividade do constituinte γ.
S — Entropia.
s_γ — Entropia específica molecular do constituinte γ.
Δ_{PT} — Dilatação específica a p e T constantes.
ξ — Grau de avanço da reacção química.
ν_γ — Coeficiente estequiométrico do constituinte γ.

REFERÊNCIAS

Chemiker-Kalender 1936, Berlin, Springer 1936 — III, pg. 235.

U. S. Bur. Mines Bull. 394, 1936.

Landolt-Bôrnstein Physikalish — Chemioche Tabellera.

Chemical Engineers Handbook — John H. Perry.

International Critical Tables.

Handbook of Chemistry and Physics Chemical Rubber Publishing Co.

COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE
Central de Génissiat
Vista da sala dos Alternadores de 70 000 kVA - 150 r.p.m. - 15 000 V - 50 Hz

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS
Locomotiva CC 6052
20 kV - 50 Hz a motores serie, 4050 CV

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE
Central de Carling
Turbo Alternador de 110 000 kW
14 500 V - 50 Hz - 3 000 r p m

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE
Posto de La Vaupalière
Transformador trifasico 220/90/10,5 kV

SOCIÉTÉ NATIONALE
DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS
Linha Paris-Lyon
Sub-estaçao de Flogny

MATERIAL
PARA A
PRODUÇÃO, TRANSFORMAÇÃO TRANSPORTE E UTILIZAÇÃO
DA ELECTRICIDADE

ALSTHOM

38, AVENUE KLÉBER - PARIS-16e

AGENCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA
LISBOA — Rua dos Industriais, 4, 1º

Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos

S. A. R. L.

FÁBRICA DE CARBONETO DE CÁLCIO E FERRO-LIGAS

Carboneto de Cálcio, Ferro, Ferro-Silício, Ferro-Manganês e Estanho

FÁBRICA DE CIANAMIDA CÁLCICA

(Em construção)

Instalações Fabris

Canas de Senhorim

Telef. 6 7222

Sede — Lisboa

Largo do Directório, 4, 2.º

Telef. 2 5343

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

PONTOS DE EXAME

Estabilidade

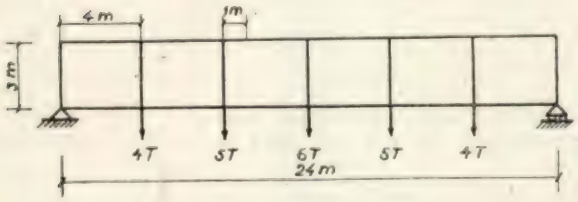
2.º Exame de frequência

PONTO I

I — Hipóteses de cargas a considerar no cálculo dum arco para uma ponte. Justifique.

II — Silos. Razão porque se podem construir silos de grande altura. Cálculo dos silos de betão armado de secção circular e de secção quadrada.

III — Determinar os esforços na secção A da viga Vierendeel

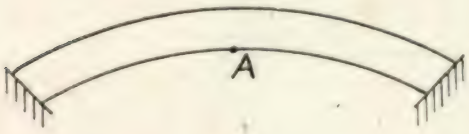


IV — Arco sem articulações. Carga móvel única concentrada. Determinar a sua posição para que o esforço tangencial no fecho seja máxima.

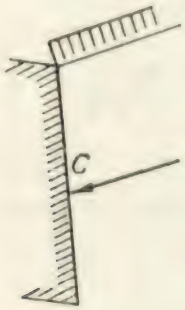
V — Importância dos esforços tangenciais no cálculo dos arcos.

PONTO II

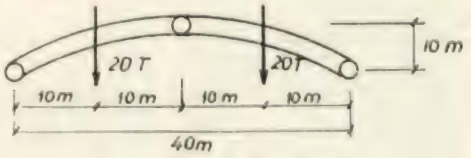
1 - Num arco elástico que pode ser carregado com uma carga uniformemente distribuída segundo a horizontal, dizer, se puder, a zona a ocupar pela carga para que a compressão em A seja máxima.



2 — Quais as posições mais alta e mais baixa que pode ocupar o centro de pressão C no muro de suporte figurado. Justifique.



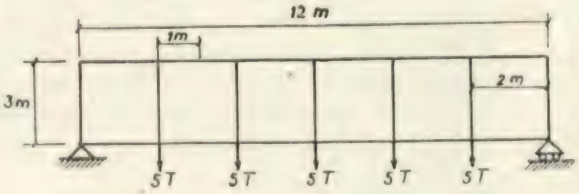
3 — Calcule analìticamente M, N e T no fecho do arco da figura.



4 — Diferenças entre os cálculos dos arcos e dos anéis.

5 — Hipóteses fundamentais no cálculo dos silos.

6 — Calcular pelo método expedito (a usar em ante-projecto) os esforços em A da viga Vierendeel.



Geometria descritiva — I

2.º Exame de frequência

Ordinário

PONTO I

Conduzir pela recta r, definida pelos pontos A (84, 64, 8) e B (120, 16, 32), um plano π fazendo um ângulo de 60° com o β 13. Determinar os traços de π. Relatório.

PONTO II

Método dos lados para a determinação da secção plana de um poliedro. Descrição e exemplificação.

PONTO III

Dado um plano π pela sua escala de declive, determinar o ângulo formado por duas rectas a e b do plano, cujos declives são respectivamente $^1/_2$ e $^2/_3$ do declive do plano. Relatório.

PONTO IV

Dada uma esfera de 40 mm de diâmetro e centro em B (60, 35, 30) e um plano secante π, cujos traços vertical e horizontal fazem ângulos de 45° e 60° com a LT e cujo ponto comum é A (0, 0, 0), determinar os pontos da secção plana de cota 44, as tangentes à secção nesses pontos, e as coordenadas da intersecção dessas tangentes. Relatório.

DO MUNDO TÉCNICO

Fórmulas para o cálculo directo de vigas Vierendeel

Por LUIZ PADILLA — «Ingenieria Civil» (México)

Fevereiro 1952

C. D. 624.91.086.4

As fórmulas apresentadas referem-se ao caso de vigas com paineis iguais entre si, montantes todos iguais e cordas de secção constante. Consideram-se cargas concentradas nos nós e cargas uniformemente distribuídas nas cordas.

Para estas condições de simetria da viga e das cargas aplicadas, verificam-se as seguintes propriedades:

a) O momento na parte inferior de qualquer montante é igual ao do seu extremo superior. Será por exemplo $M_{AA'} = M_{A'A}$

b) O momento no extremo de um elemento horizontal da corda inferior é igual ao momento no extremo correspondente do elemento da corda superior. Por exemplo, $M_{AB} = M_{A'B'}$

c) O momento no extremo de qualquer elemento horizontal é igual ao do seu simétrico, junto do nó também simétrico.

d) Os momentos nos extremos de determinados montantes são iguais aos simétricos dos montantes simétricos.

As notações usadas são as seguintes:

M_{CB} = momento junto do nó C do elemento BC

$M_{CC'}$ = momento junto do nó C do elemento CC' etc.

l = vão dos paineis da viga

h = comprimento dos montantes (altura da viga)

k_v = módulo de rigidez dos montantes ($k_v = I_v/h$)

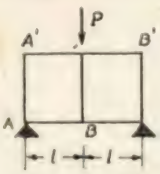
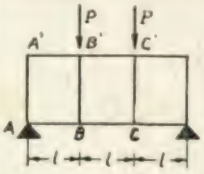
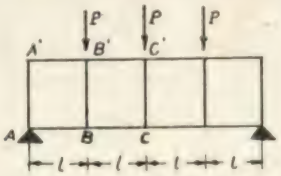
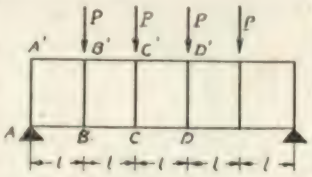
k_h = módulo de rigidez da corda ($k_h = I_h/l$)

I_v = momento de inércia da secção transversal dos montantes

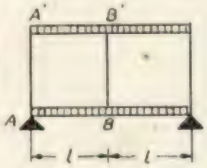
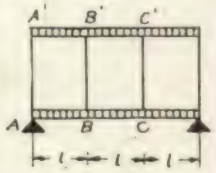
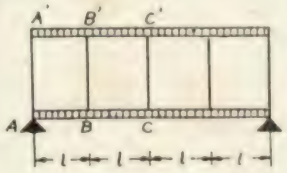
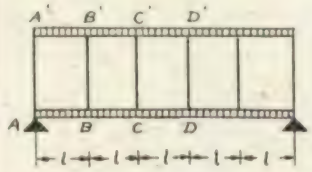
I_h = momento de inércia da secção transversal da corda

$$A = \frac{k_v}{k_h}$$

QUADRO I

Tipo de vigas e de carga				
$M_{AA'} =$	$\frac{3}{4}\,Pl\left(\frac{A}{6A+1}\right)$	$\frac{1}{4}\,Pl$	$\frac{3}{2}\,Pl\left(\frac{9A^2+5A}{36A^2+18A+1}\right)$	$\frac{1}{2}\,Pl\left(\frac{12A^2+9A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{AB} =$	$-\frac{3}{4}\,Pl\left(\frac{A}{6A+1}\right)$	$-\frac{1}{4}\,Pl$	$-\frac{3}{2}\,Pl\left(\frac{9A^2+5A}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{2}\,Pl\left(\frac{12A^2+9A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BA} =$	$-\frac{1}{4}\,Pl\left(\frac{3A+1}{6A+1}\right)$	$-\frac{1}{4}\,Pl$	$-\frac{3}{4}\,Pl\left(\frac{18A^2+8A+1}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{3}\,Pl\left(\frac{12A^2+7A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BB'} =$	0	$\frac{1}{4}\,Pl$	$\frac{3}{4}\,pl\left(\frac{24A^2+7A}{36A^2+18A+1}\right)$	$\frac{1}{2}\,Pl\left(\frac{18A^2+9A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BC} =$	—	0	$-\frac{3}{4}\,Pl\left(\frac{6A^2-A-1}{36A^2+18A+1}\right)$	$-Pl\left(\frac{3A^2+A}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CB} =$	—	—	$-\frac{1}{4}\,Pl\left(\frac{18A^2+21A+4}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{2}\,Pl\left(\frac{6A^2+6A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CC'} =$	—	—	0	$\frac{1}{2}\,Pl\left(\frac{6A^2+6A+1}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CD} =$	—	—	—	0

QUADRO II

Tipo de viga e do cargas				
$M_{AA'} =$	$2pl^2\left(\frac{A}{6A+1}\right)$	$\frac{1}{24}\,pl^2\left(\frac{42A+13}{3A+1}\right)$	$2pl^2\left(\frac{15A^2+8A}{36A^2+18A+1}\right)$	$\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{468A^2+342A+37}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{AB} =$	$-\,2pl^2\left(\frac{A}{6A+1}\right)$	$-\frac{1}{24}\,pl^2\left(\frac{42A+13}{3A+1}\right)$	$-\,pl^2\left(\frac{15A^2+8A}{39A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{468A^2+342A+37}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BA} =$	$-\frac{1}{2}\,pl^2\left(\frac{2A+1}{6A+1}\right)$	$-\frac{1}{24}\,pl^2\left(\frac{30A+11}{3A+1}\right)$	$-\frac{1}{2}\,pl^2\left(\frac{48A^2+22A+3}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{396A^2+284A+35}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BB'} =$	0	$\frac{1}{24}\,pl^2\left(\frac{36A+13}{3A+1}\right)$	$pl^2\left(\frac{36A^2+11A}{36A^2+18A+1}\right)$	$\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{648A^2+330A+37}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{BC} =$	—	$-\frac{1}{12}\,pl^2$	$-\frac{3}{2}\,pl^2\left(\frac{8A^2-1}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{252A^2+96A+2}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CB} =$	—	—	$-\,pl^2\left(\frac{6A^2+9A+2}{36A^2+18A+1}\right)$	$-\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{180A^2+192A+34}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CC'} =$	—	—	0	$\frac{1}{36}\,pl^2\left(\frac{216A^2+216A+37}{12A^2+8A+1}\right)$
$M_{CD} =$	—	—	—	$-\frac{1}{12}\,pl^2$

Exemplo: Calcular os momentos flectores que se exercem nas extremidades dos diferentes elementos de uma viga Vierendeel de 4 paineis, de vão teórico $L = 14{,}00^m$ e altura $h = 3{,}0^m$, devido à acção do peso próprio da viga. Secção dos montantes $0{,}20 \times 0{,}20$ e das cordas $0{,}20 \times 0{,}50$.

Teremos

$$P = 0{,}2 \times 0{,}2 \times 3{,}0 \times 2400 = 290 \text{ kg}$$

$$p = 0{,}2 \times 0{,}5 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}$$

$$l = \frac{14{,}0}{4} = 3{,}50^m \qquad k_v = \frac{20 \times 20^3}{12 \times 300} = 44{,}44^{cm3} \qquad k_h = \frac{20 \times 50^3}{12 \times 350} = 595{,}23^{cm3}$$

$$A = \frac{44{,}44}{595{,}23} = 0{,}075 \qquad 36\,A^2 + 18\,A \times 1 = 2{,}553$$

$$M_{AA'} = M_{A'A} = M_{EE} = M_{E'E} = \frac{3}{2} \times 290 \times 3{,}5 \times \frac{0{,}426}{2{,}553} + 2 \times 240 \times 3{,}5^2 \times \frac{0{,}684}{2{,}553} = +\,1830 \text{ kg/m}$$

$$M_{AB} = M_{A'B'} = M_{ED} = M_{E'D'} = -\,1830 \text{ kg/m}$$

$$M_{BA} = M_{B'A'} = M_{DE} = M_{D'E'} = -\,\frac{3}{4} \times 290 \times 3{,}5 \times \frac{1{,}701}{2{,}553} - \frac{1}{2}\,240 \times 3{,}5^2 \times \frac{4{,}920}{2{,}553} = -\,3330 \text{ kg/m}$$

$$M_{BB'} = M_{B'B} = M_{DD'} = M_{D'D} = \frac{3}{4}\,290 \times 3{,}5 \times \frac{0{,}660}{2{,}553} + 240 \times 3{,}5^2 \times \frac{1{,}028}{2{,}553} = +\,1380 \text{ kg/m}$$

$$M_{BC} = M_{B'C'} = M_{DC} = M_{D'C'} = -\,\frac{3}{4}\,290 \times 3{,}5 \times \frac{-\,1{,}041}{2{,}553} - \frac{3}{2} \times 240 \times 3{,}5^2 \times \frac{-\,0{,}955}{2{,}553} = +\,2090 \text{ kg/m}$$

$$M_{CB} = M_{C'B'} = M_{CD} = M_{C'D'} = -\,\frac{1}{4}\,290 \times 3{,}5 \times \frac{5{,}676}{2{,}553} - 240 \times 3{,}5^2 \times \frac{2{,}709}{2{,}553} = -\,3690 \text{ kg/m}$$

$$M_{CC} = M_{CC'} = 0$$

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 517.23/7

Partial Diferentiation, por *R. P. Gillespie*. Editor: Oliver & Boyd, Ltd., 1951, págs. 105, preço 6'.

Para os estudantes de matemática que possuam já alguns conhecimentos de derivação, este livro constitui uma introdução ao estudo do Cálculo Diferencial. Depois de um resumo das propriedades das funções de mais de uma variável, estuda-se, com a apresentação de vários exemplos, o problema da mudança de variáveis. A última parte do livro refere-se às aplicações à geometria plana e no espaço, e trata da teoria dos máximos e mínimos. O método dos multiplicadores de Lagrange completa a obra, que aconselhamos aos alunos do segundo ano deste Instituto.

C. D. 621 (058)

Mechanical World Year Book 1952. Editor: Emmott e Co., págs. 630, preço 3' 6''.

Fundamentalmente trata-se dum anuário para a indústria mecânica, com uma lista de vendedores classificada por artigos, em inglês, francês e espanhol, e respectivos anúncios. Acompanham-no cerca de 400 págs. com várias indicações úteis sobre óleos lubrificantes, máquinas ferramentas, plásticos, aços, bronzes, tubagens, turbinas, etc. Apresenta também algumas tabelas úteis ao engenheiro mecânico.

C. D. 621.3.025

Principles of Alternating Currents, por *W. Sluckin* — Cleaver-Hume Electrical Series, III — págs. 320, preço 10 s. 6 d. — 1951.

Trata-se de uma introdução ao estudo das correntes alternadas, pelo método mais eficiente — o vectorial — com análise de alguns circuitos típicos, constituindo boa ajuda para a compreensão de cursos exclusivamente práticos.

Exposição simples sobre produção de corrente alternada, transformação da tensão, transporte e distribuição da energia. Referências a aparelhagem de medição para corrente alternada e a algumas das suas aplicações industriais.

Boa apresentação gráfica.

C. D. 621.32.032

Electric Lighting, por *G. E. Gimson* — Cleaver-Hume Electrical Series, VII — págs. 224, preço 9 s. 6 d. — 1951.

Para quem deseje conhecer as noções fundamentais de luminotecnia, este livro constitui uma introdução fácil e clara, dada a boa apresentação gráfica e a exposição despretenciosa.

Contém soluções de alguns casos correntes de problemas de iluminação, tais como locais de trabalho e de jogos, com indicação de aparelhos de lâmpadas para vários efeitos.

O texto é auxiliado por numerosas gravuras.

FICHEIRO

LIVROS

C. D. 31:387 (673)

Estatística de Navegação — Colónia de Angola — 1950.
Repartição Técnica de Estatística Geral, 1950, vol. 1, págs. 52.

C. D. 381.5

Retailing: principles and Practices — *G. Henry Richert.*
U. S. Armed Forces Institute, 1938, vol. 1, págs. 424.

C. D. 517.5:517.9

Various Kernels in the theory of partial differential equations. Some linear operators in the theory of partial differential equations — *S. Bergman*, e *M. Schiffer*,
Harvard University, Department of Engineering, 1950-51, vol. 1, págs. 10.

C. D. 532.07 (44)

The French Central Hydraulic Laboratory — *Rich, Theodor.*
Separata de The Enginier, 1949, vol. 1, págs. 19.

Com 16 fotografias.

C. D. 621.3

Industrial Electricity — *John M. Nadon* and *Bert J. Gelmine.*
U. S. A. F. I., 1939, vol. 1, págs. 607.

C. D. 661.313.3—8.014.3

Symmetrical short circuits on saturated alternators — *Saad L. Mikhall.*
Harvard University, 1950-51, págs. 10.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

C. D. 621.39

Principles and Practice of Radio Servicing — *H. J. Hicks.*
U. S. A. F. I., 1943, vol. 1, págs. 390.

C. D. 628.3:663.63

Fundamentals of Chlorination of Sewage and Wash — *Edward W. Moore.*
Harvard University, 1950-51, vol. 1, págs. 7.

C. D. 631.55

Crops — *Joseph F. Cox and Lyman E. Jackson.*
U. S. A. F. I, 1937, vol. 1, págs. 307.

C. D. 636.1/4

Livestock Farming — *William Jackson.*
U. S. A. F. I., 1944, vol. 1, págs. 310.

C. D. 636.5

Poultry Farming — *Morley A. Jull.*
U. S. A. F. I., 1945, vol. 1, págs. 401.

C. D. 637.113

Dairy Farming — *Diversos.*
U. S. A. F. I., 1939, vol. 1, págs. 329.

C. D. 657

Principles of Accounting Intermediate — *Finney, H. A.*
Prentice-Hall, Inc. — N. York, 1945, vol. 1, págs. 765.

C. D. 674.1

Carpentry — *Ira Samuel Griffith e George B. Cox*
U. S. Armed Forces Institute, 1936, vol. 1, págs. 195.

C. D. 691.576.437

Tintas de Cimento — *Ruy J. Gomes.*
Laboratório de Engenharia Civil, C. I. T.-1 B-4, 12-951, vol. 1, págs. 20.

2 exemplares.

C. D. 696.1

How to Design and Install Plumbing — *A. J. Mathias, Jr.*
U. S. A. F. I., 1941, vol. 1, págs. 442.

O livro contém 4 folhas soltas correspondentes a 8 plantas.

C. D. 91.003

Economic Geography — *Clarence Fielden Jones.*
U. S. A. F. I., 1941, vol. 1, págs. 629.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 308:331

A Geografia humana e o trabalho humano — *Jean Beoseille.*
Revista de Economia, 12-951, vol. 4, pág. 225-227.

C. D. 331.011

La Théorie du Plein Emploi — *Liber.*
Energie, 11-12-951, n.º 110, pág. 1402-1407.

C. D. 338.982

Ainda a Fiscalização das Sociedades Anónimas e a tributação das grandes Empresas — *Vergilio Moreira.*
Revista de Economia, 12-951, vol. 4, pág. 222-224.

C. D. 370.1

Une education sans honte ni complaisance — *Gilbert Robin.*
Science et Vie, 11-951, vol. 80, n.º 410, pág. 304-310.

C. D. 389.6.001

Vantagens da Normalização — *Humberto de Sousa Reis.*
Gazeta de Normalização, 9-10-951, n.º 57-58, pág. 176-178.

C. D. 512.5

Sobre la interpolacion de funciones con dos variables — *Ernesto Lammel.*
Técnica — Revista da Universidade de Tucumán, 3-951, vol. 1, n.º 2, pág. 91-95.

C. D. 517.28:33.01

Elasticidade. Conceito, Cálculo e Aplicações ao Estudo dos Fenómenos Económicos — *F. Guedes Lebre.*
Revista de Economia, 12-951, vol. 4, pág. 217-221.

C. D. 530 «19»

La evolución de las bases de la fisica en la primera mitad del siglo XX — *V. de Buen.*
Revista Industrial y Fabril, 12-951, vol. 6, n.º 63, pág. 683-690.

C. D. 531.788

Medição Precisa do «Nada».
O Engenheiro Westinghouse, 12-951, Ano 7.º, n.º 6, pág. 200.

C. D. 534.84

A produção e amplificação do som para a «Royal Festival Hall» — *J. L. Goodwin.*
Electrical Communication, 12-951, vol. 28, n.º 4, pág. 243.

C. D. 539.15

Comparação entre instrumentos para medições radioactivas de contadores de Geiger e câmaras de ionização — *Libano Monteiro* (tradução).
Gazeta de Física, 1-951, vol. 2, n.º 7, pág. 174-183.

C. D. 539.3

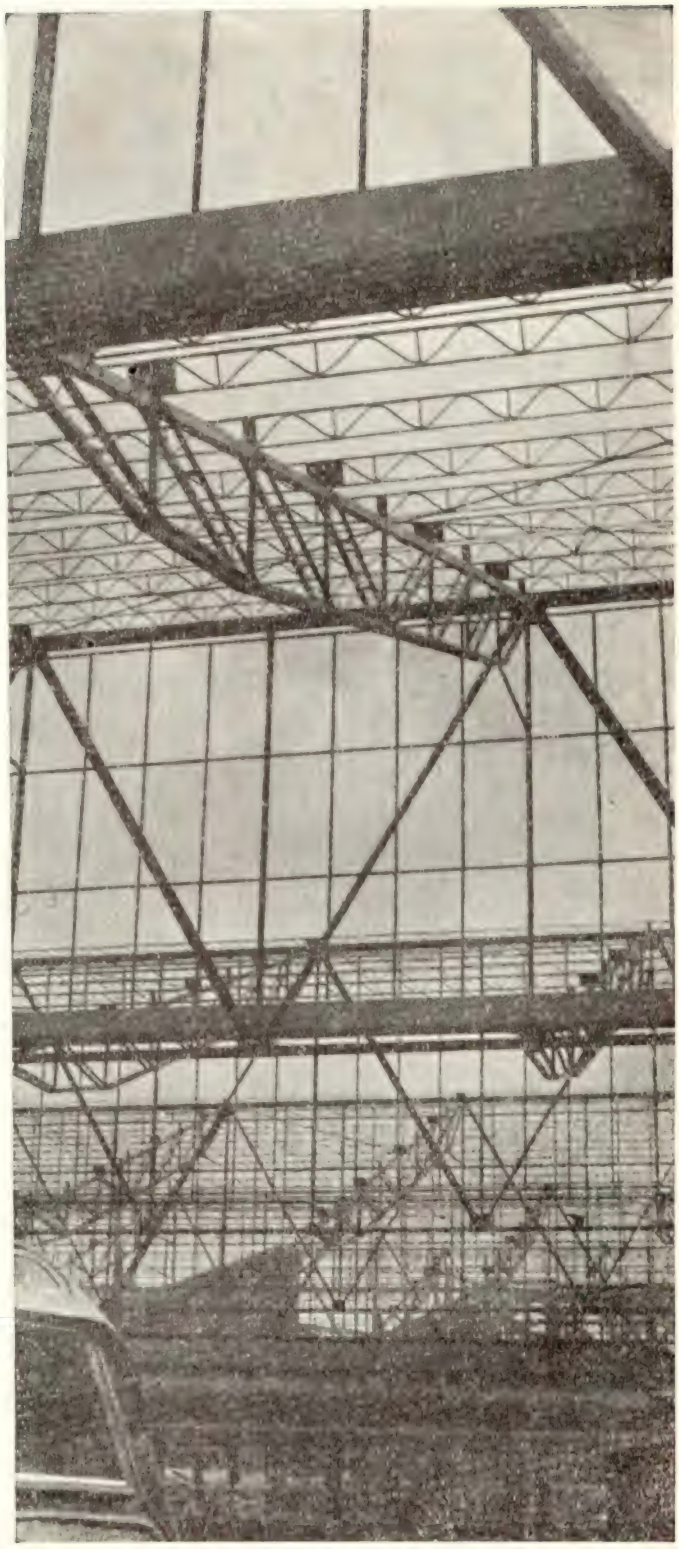
Investigaciones sobre elasticidad bidimensional. El metodo inverso — *Eng. Federico Goded Echevarria.*
Revista de Obras Públicas, 12-951, n.º 2840, pág. 561.

O autor expõe o seu método original, aplicado a vários exemplos.

Estrutura metálica de cobertura em Shed da garagem de Eduardo Jorge. — Madres «Omes» sobre conjunto de vigas armadas e meias asnas de ligação.

Executada por OMES — Lusitana

OBRAS METÁLICAS ELECTRO-SOLDADAS, L.DA



Nesta oficina executam-se os seguintes trabalhos:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 3 9008

C. D. 612.171.1.014.423

Bases físicas de electrocardiografia — *J. Araújo Moreira.*

Gazeta de Física, 1-951, vol. 2, n.º 1, pág. 183-192.

C. D. 620.191 2:519.24

Metodologia — *K. Doeves.*

La Metallurgia Italiana, 11-951, vol. 43, n.º 11, pág. 498-500.

C. D. 621.313.32.001.2

Dimensionamiento de las máquinas sincrónicas — *Ing. Ubaldo Tentori.*

Revista Electrotécnica, 12-951, vol. 37, n.º 12, pág. 453-460.

C. D. 621.315

Los problemas más importantes del transporte de energia eléctrica a largas distancias — *Willi Wanger.*

Revista Electrotécnica, 12-951, vol. 37, n.º 12, pág. 467-484.

C. D. 621.315.1.001.2

Diagramas y nomogramas para el cálculo eléctrico de líneas aéreas.

(Quaderni di Studi e Notizie, vol. 7, n.º 93).

Revista Electrotécnica, 12-951, vol. 37, n.º 12, pág. 486-488.

C. D. 621.317.43:621.314.621

El «Vector-Meter». Un nuevo instrumento electrico de medicion — *F. Koppelmann.*

Revista Electrotécnica, 12-951, vol. 37, n.º 12, pág. 489-492.

C. D. 621.385.002.2

A técnica das válvulas de confiança — *Ernest G. Rowe.*

Electrical Communication, 12-951, vol. 28, n.º 4, pág. 257-275.

C. D. 621.746.75:669.144.4

Contributi allo studio della morfologia delle inclusioni non metalliche nei prodotti siderurgici — Inclusioni nel ferro-tungsteno — *R. Zoja e M. T. Gotordi.*

La Metallurgia Italiana, 12-951, vol. 43, n.º 12, pág. 526-529.

C. D. 627.4 (469)

Obras de Hidráulica Agrícola em Portugal — *António Carvalho e Mário A. Sant'Ana Alves.*

Revista do S. N. E. A. A. T. E. C. M., 9/10-951, n.º 69-70, pág. 153-161.

C. D. 658.3.043.4

Música del trabajo y Música para el trabajo — *M. P.*

Anales de Mecanica y Electricidad, 7-8-951, vol. 27, n.º 4, pág. 205-206.

C. D. 656.225:656.261

En présence d'une concurrence routiére sans cesse plus active, quels sont les moyens les mieux appropriés, autres que les réductions de tarif, pour conserver au rail les transports par charges complètes ? — *Discussão efectuada no Congresso dos Caminhos de Ferro.*

Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, 7-951, vol. 28, n.º 7, pág. 450-479.

Ligação entre os transportes por caminho de ferro e os transportes por estrada. Material de transporte por estrada necessário para essa interligação.

C. D. 658.542.38

La applicación integral del estudio de Movimentos.

Anales de Mecanica y Electricidad, 7-8-951, vol. 27, n.º 4, pág. 202-204.

C. D. 669.1.006.25

New Laboratories for United Steel Companie's Research and Development Department.

Metallurgia, 2-951, vol. 43, n.º 256, pág. 83-84.

C. D. 669.71 + 669.715 «1950»

Aluminium and its Alloys in 1950 — *E. Elliot.*

Metallurgia, 2-951, vol. 43, n.º 256, pág. 69-73.

C. D. 669.71.003

Aluminium Supply and Demand.

Metallurgia, 2-951, vol. 43, n.º 256, pág. 65-68.

C. D. 669.715

The Aluminium Casting Alloy D. T. D. 424 (LM-4) — *D. C. G. Lees* e *W. H. Glaisher.*

Metallurgia, 2-951, vol. 43, n.º 256, pág. 73-80.

C. D. 679.57

Resines durcissables a froid sans pression — *A. Jarrijon.*

Industrie des Plastiques Modernes, Jan-Fev.-1951. vol. 3, n.º 1-2, pág. 3-5.

C. D. 711.162

Plan Directeur d'Aménagement — *Th. Leveau*

Urbanisme, 1951, n.º 9-10, pág. 49.

C. D. 725.826

Ante-Projecto para a construção do E. C. Pinheiros — *Arq. Vilanova Artigos.*

Revista Politécnica, 7-951, n.º 162, pág. 49.

Contém vista da Maqueta e plantas, alçados e cortes de campos de ténis, piscina, ginásio.

C. D. 726.6

La Restauration de La Basilique de L'Abbaye de Saint--Maurice — *Arq. Claude Jaccottet.*

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 20-10-951, n.º 21, pág. 313.

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

●

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — **LISBOA**

TEL. 38171/6

telefones · radio · cabos

Ainda não pensou na mecanização do transporte e arrumação das suas mercadorias?

TELEFONE PARA 21321 E IMEDIATAMENTE VOS SERÁ FORNECIDO DETALHADAMENTE O PROJECTO DOS SEUS SERVIÇOS MECANIZADOS, DA FORMA MAIS RACIONAL E ECONÓMICA

•

Reduza o custo da mão de obra mecanizando

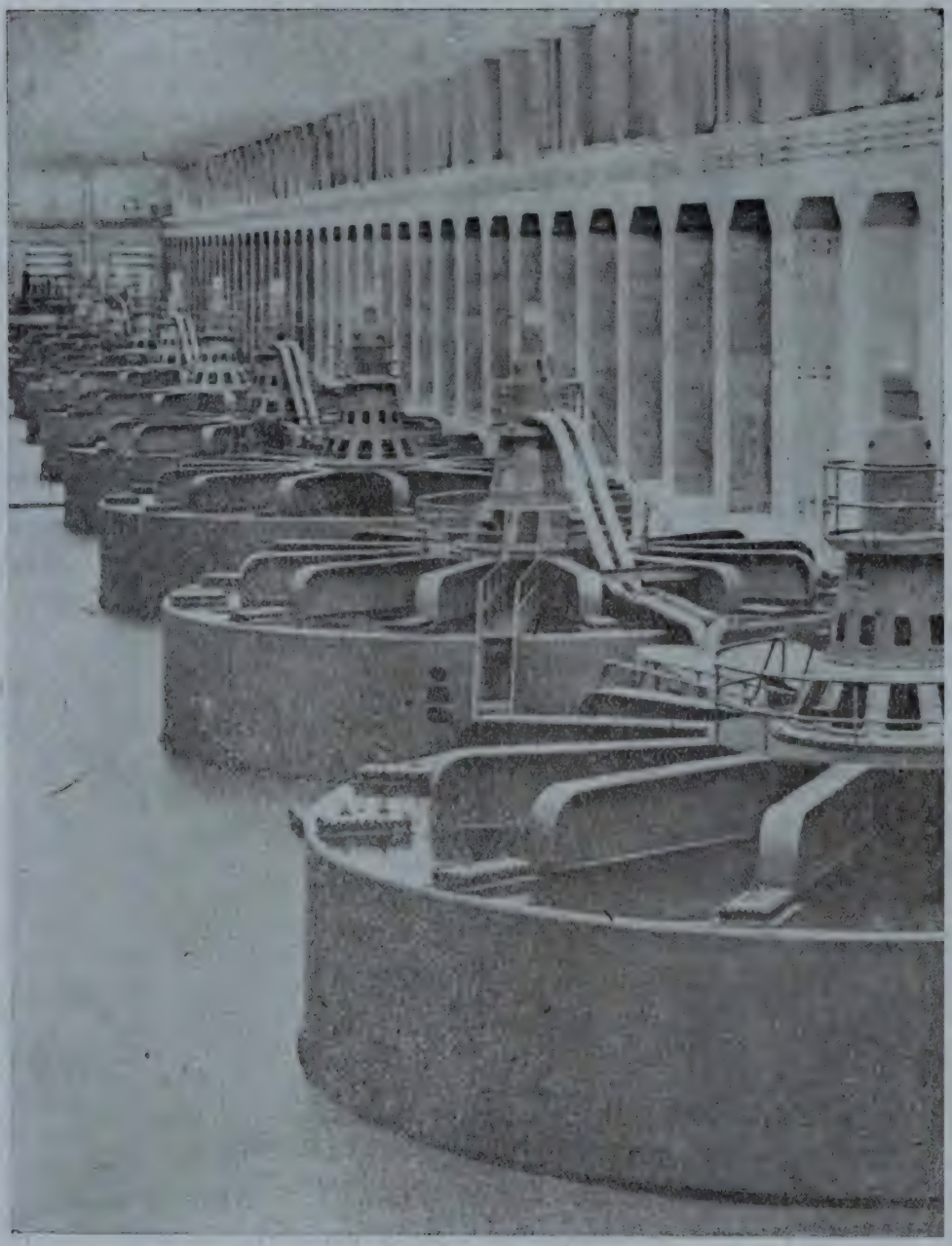
•

Ahlers, Lindley, Limitada

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º

Lisboa

TELEFONE: 21321/4



A GENERAL ELECTRIC NO CAMPO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

Central Hidro-Eléctrica contendo 10 grupos com alternadores verticais GENERAL ELECTRIC de 60 000 KVA, cada, instalada na barragem de Bonneville, no Rio Columbia, Estado de Oregon, E. U. A.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA
Rua do Norte, 5

FILIAL NO PORTO
R. Sá da Bandeira, 585

Triumph Mayflower

UM CONJUNTO DE QUALIDADES ÚNICAS DE:

DISTINÇÃO

CONFORTO

SEGURANÇA

ECONÓMICO NO CUSTO E NA MANUTENÇÃO

REPRESENTANTES

C. SANTOS L.DA

PORTO LISBOA COIMBRA

AGENTES EM TODO O PAÍS

APARELHOS DE MEDIDA

CHAUVIN ARNOUX & C.IE

TINTAS E VERNIZES

BITULAC, L.TD

CARVÕES DE ARCO PARA CINEMA
E FOTOGRAVURA

S.TE LE CARBONE LORRAINE

ELECTRODOS E TODOS OS ACESSÓRIOS
PARA SOLDADURA ELECTRICA

ARCOS

CONSULTAR:

J. ROMA, L.DA

PRAÇA DA FIGUEIRA, 12 — LISBOA

Telefone 3 3133

EDUARDO GOMES CARDOSO, SUC.RES

CONSTRUTORES MECÂNICOS

AV. 24 DE JULHO, 26 — LISBOA
ENDER. TEL. EDCARD — TELEFONE 6 0239

Máquinas para a Indústria Corticeira
Máquinas para a Indústria de Conservas

Geradores de gaz pobre para lenhas, desperdícios de madeiras, antracites, carvões vegetais e casca de arroz

Bombas: Centrífugas e rotativas

Transmissões: Veios, uniões, rígidas e de fricção embraiagens) redutores de velocidade, chumaceiras de rolamentos esféricos, automáticas e de tipo Sellers

Soldaduras: Eléctricas e a Autogéneo

Construções e reparações mecânicas

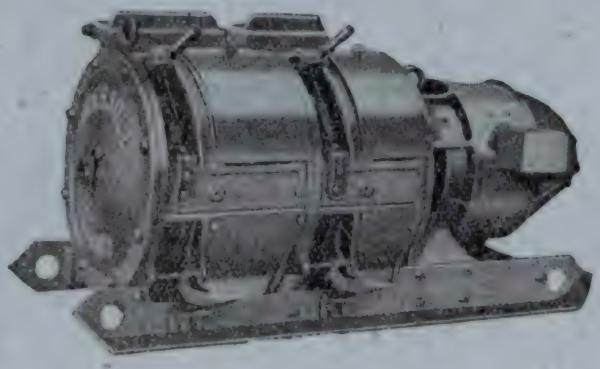
Desenhos e orçamentos

INGERSOLL—RAND, L.DA

Compressores — Material para minas
Ferramentas Pneumáticas
Bombas centrífugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido
Condensadores de vapor — Motores «Diesel»
Equipamentos de refrigeração

Largo do Corpo Santo, 28-2.°
LISBOA

Telef. 2 3212 / 2 9671 — Teleg. INGERSOLL



Nas Colónias
METROCOL, LDA.
LUANDA

Para equipamento de garagem
C. SANTOS, LDA.
LISBOA PORTO COIMBRA

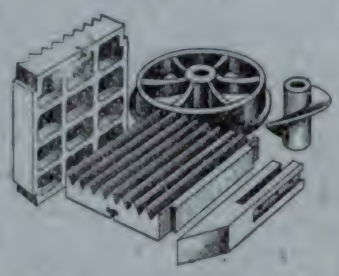
AUSTIN A 40 SOMERSET

DARÁ NOVO RUMO À SUA VIDA TORNANDO-A MAIS CONFORTÁVEL, MAIS ALEGRE E POUPANDO-LHE TEMPO E DISPÊNDIO INÚTIL DE ENERGIAS

AUSTIN A 40 SOMERSET

UMA NOTA DE BOM SENSO, BOM GOSTO E BOM EMPREGO DE CAPITAL

Distribuidores Gerais:
J. J. GONÇALVES, SUCRS.
LISBOA — ÉVORA — PORTO
Agentes em todos os Distritos



AÇOS VASADOS
ESPECIAIS
MAXILAS PARA BRITADEIRAS
DENTES PARA ESCAVADORAS
RODAS PARA VAGONETAS, ETC.

e

ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)
R. ACADEMIA DAS CIENCIAS, 5 • LISBOA
TELEFONES 31710 • 31715 • 31719
CAIXA POSTAL 402

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

MÁRMORES

aos melhores preços
Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

Oficina e Laboratórios
do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Microscópios
monoculares e binoculares
KREMP-WETZLAR

Microscópios
monoculares e binoculares
KREMP-WETZLAR

Representante exclusivo:

SECÇÃO DE MATERIAL DE LABORATÓRIO

INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA

Em qualquer construção

O Material RUBEROID

O primeiro e ainda o melhor

(Inventado em 1891)

Garantido por mais de 50 anos de experiência em todos os climas do mundo

Escolhido para:

Hospital Escolar de Lisboa
Hospital Escolar do Porto
Barragem do Castelo do Bode
Palácio Atlântico — Porto

RUBEROID A IMPERMEABILIZAÇÃO PERFEITA

REPRESENTANTES EM PORTUGAL E COLÓNIAS

LEACOCK · LISBOA · L.DA AV. 24 DE JULHO, 16-TEL. 61127/8

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. da Madalena, 163 — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens

Fundações

Betão armado

Trabalhos marítimos

Túneis

no Continente e Ultramar

PONTE SOBRE A FOZ DO SOUSA

UMA OBRA QUE HONRA OS TÉCNICOS QUE A CONCEBERAM E REALIZARAM

Ponte de betão armado, com um vão central de 115 m. formado por dois arcos paralelos de secção transversal em I, de flecha 14,75 m. Tabuleiro e viadutos em pórtico múltiplo com varões iguais a 9 m. Comprimento total 170 m. Largura da faixa de rolagem 8 m. e passeios laterais de 1,20 m., cada. Encontros de betão simples. Fundações directas na rocha xistosa

BETÃO FABRICADO EXCLUSIVAMENTE COM

CIMENTO PORTLAND "PATAIAS"

(os cimentos CIBRA satisfazem os requisitos das B. S. S. 12.1947)

CIBRA

COMPANHIA PORTUGUESA DE CIMENTOS BRANCOS

RUA DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-2.º — LISBOA • TELEF. 66186/8

TRACTOR DIESEL DE 45/50 HP

"A MELHOR TÉCNICA EUROPEIA CONCEBEU O MELHOR TRACTOR"

PODE SER FORNECIDO NOS SEGUINTES MODELOS:

MODELO «55» (Rasto estreito) 1,15 m
MODELO «55 L» (Rasto largo) 1,50 m

O TRACTOR IDEAL PARA A AGRICULTURA TEM TAMBÉM LARGA APLICAÇÃO NOS TRABALHOS DE ENGENHARIA CIVIL

CONSULTE OS REPRESENTANTES:

MONTEIRO GOMES. LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCANTARA)

LISBOA

"Orthojecteur"

MÉDIA TENSÃO

Vantagens Práticas

Pequeno volume de óleo:

— perigo de explosão ou incêndio nulo.

Cuidados de conservação reduzidos:

Devido à rotura científica;
— consumo reduzido do óleo;
— desgaste reduzidos dos pára-faíscas. 3-5

Facilidades de instalação:

— fossa para evacuação do óleo, mais pequena ou mesmo completamente suprimida;
— possibilidade de dispôr os conductores em linha ou de os fazer subir para ter a entrada e a saída do mesmo lado;
— comando "STANDARD" permitindo igualmente a disposição longitudinal ou lateral da caixa de manobra.

Vantagens de concepção

Isolamento perfeito:

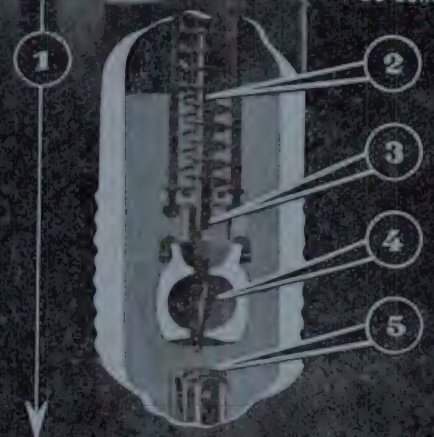
— separação completa das fases;
— longa linha de fuga entre a entrada e a saída. 1

Rotura científica:

— auto-sopragem axial do arco; 4
— rotura rápida com dissipação mínima de energia no arco.

Concepção mecânica racional:

— hastes de contacto móveis, com pequena inércia e perfeitamente guiadas, portanto com deslocação rápida, em vez da barra com contactos, pesada e mal guiada. 2



Ateliers de Constructions Électriques de

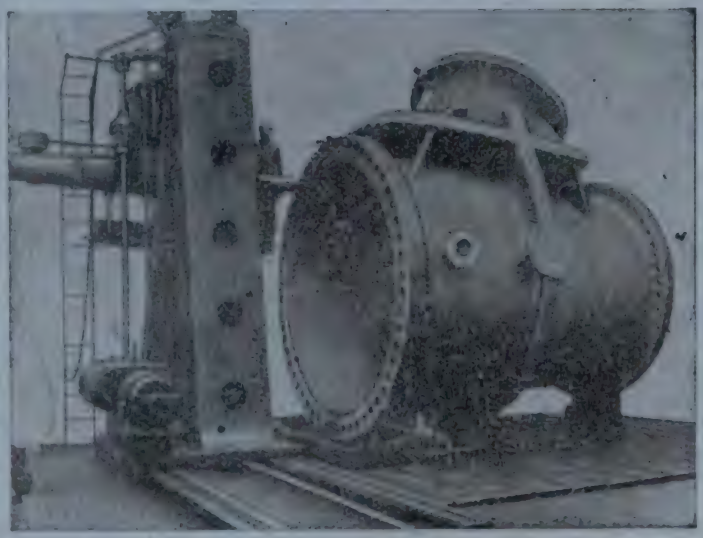
DELLE

Société à Responsabilité Limitée. Capital 500.000.000 Fr.
25, Chemin de Cyprian - Villeurbanne (Rhône)

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

RUA DOS INDUSTRIAIS, 4-1.º — LISBOA — TEL. 60692-66082



Derivação, em aço, do colector de CASTELBELLO (Itália).

Publicità G-U (2178)

meio século de experiência e progresso na execução de projectos e na construção de condutas forçadas para aproveitamentos hidroeléctricos.

ACCIAIERIA E TUBIFICIO DI BRESCIA

Oficina Técnica de Estudos e Instalações Industriais

O. T. E. I.

Gabinete de estudos dos

"Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi"

«A. C. E. C.»

(Representados em Portugal por Nogueira, L.da)

Estudos electro-mecânicos de

Centrais Hidráulicas e Térmicas, Subestações de Transformação, Linhas de Alta e Baixa Tensão, Instalações Industriais ou Fabris, Estações de Bombagem, Instalações em Minas, etc.

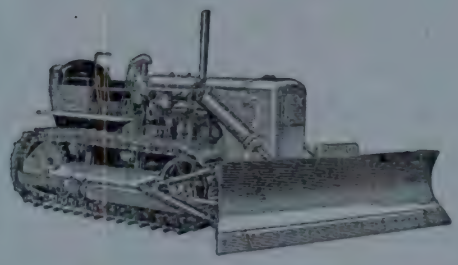
por técnicos nacionais e estrangeiros

Sede: Rua Rodrigo da Fonseca. 76-1.º E.

Telegramas OTEI — Lisboa Telefone 55317

BULLDOZERS E ANGLEDOZERS

Caterpilar



PARA

ENTREGA IMEDIATA

●

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA

S. A. R. L.

AVENIDA A. À PRAÇA DO AREEIRO, 8-B TEL. 78153/4 5 LISBOA

ÁVILA

CABOS ELÉCTRICOS

CAPITAIS · TÉCNICOS · OPERÁRIOS
EXCLUSIVAMENTE PORTUGUESES

RESUMO DA PRODUÇÃO ÁVILA

Condutores com isolamento de borracha / Fios e cabos com cobertura de chumbo / Condutores para rádio e telecomunicações / Fios e cabos especiais para automóveis / Cabos para elevadores e guindastes / Fios e cabos com isolamento termoplástico / Condutores especiais para o Exército, Aeronáutica e Marinha / Fios esmaltados / Acessórios em materiais plásticos, etc.

FÁBRICA DE CONDUTORES ELÉCTRICOS
DIOGO D'ÁVILA, LDA.

ESCRITÓRIOS:
Rua Maria, 25, r/c D. (aos Anjos)
L I S B O A

FUNDADA EM 1923
PORTUGAL
MARCA REGISTADA

FÁBRICA:
Estrada da Ajuda-Queluz
Portela da Ajuda / LISBOA-C

Companhia Portuguesa de Fundações e Sondagens, L.da

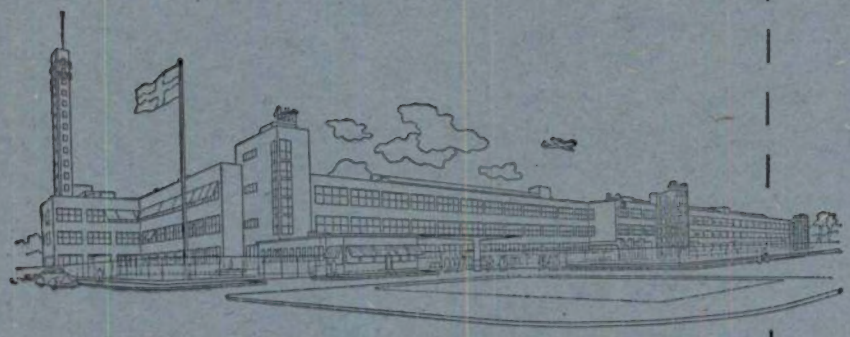
(FUNSON)

Concessionários das "Patentes François"

Impermeabilização de barragens, depósitos, túneis, etc.
Profundação de poços e perfuração de galerias.
Sondagens a percussão e rotação, captação de águas e furos artesianos.
Estacaria «FRANÇOIS» de betão e injectados.
Análises por métodos geofísicos.
Injecções de argamassa Coloidal «*Colgrout*» e «*Colcrete*»

Calçada do Combro, 32-2.° Dt.°—Telef. 20634 - LISBOA

Telefonaktiebolaget



ESTOCOLMO — SUÉCIA

- Sistemas telefónicos de todos os tipos
- Sistemas telefónicos por alta-frequência
- Sistemas de telesinalização, vigilância e controle a distância
- Sistemas de radiocomunicações e sonorização
- Aparelhagem de medida e ensaio
- Prensas hidráulicas e máquinas para ensaio de materiais
- Condensadores para corrigir o factor de potência
- Contadores eléctricos
- Fios e cabos telefónicos e eléctricos
- Diversa aparelhagem telefónica e eléctrica

REPRESENTANTES GERAIS PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

Sociedade Herrmann Ltd.

Calçada do Lavra, 6

Telef. (P P C — 2 linhas) — 23168 Telegramas LAVRA

LISBOA

PROJECTOS • MONTAGENS • REPARAÇÕES • ASSISTÊNCIA TÉCNICA

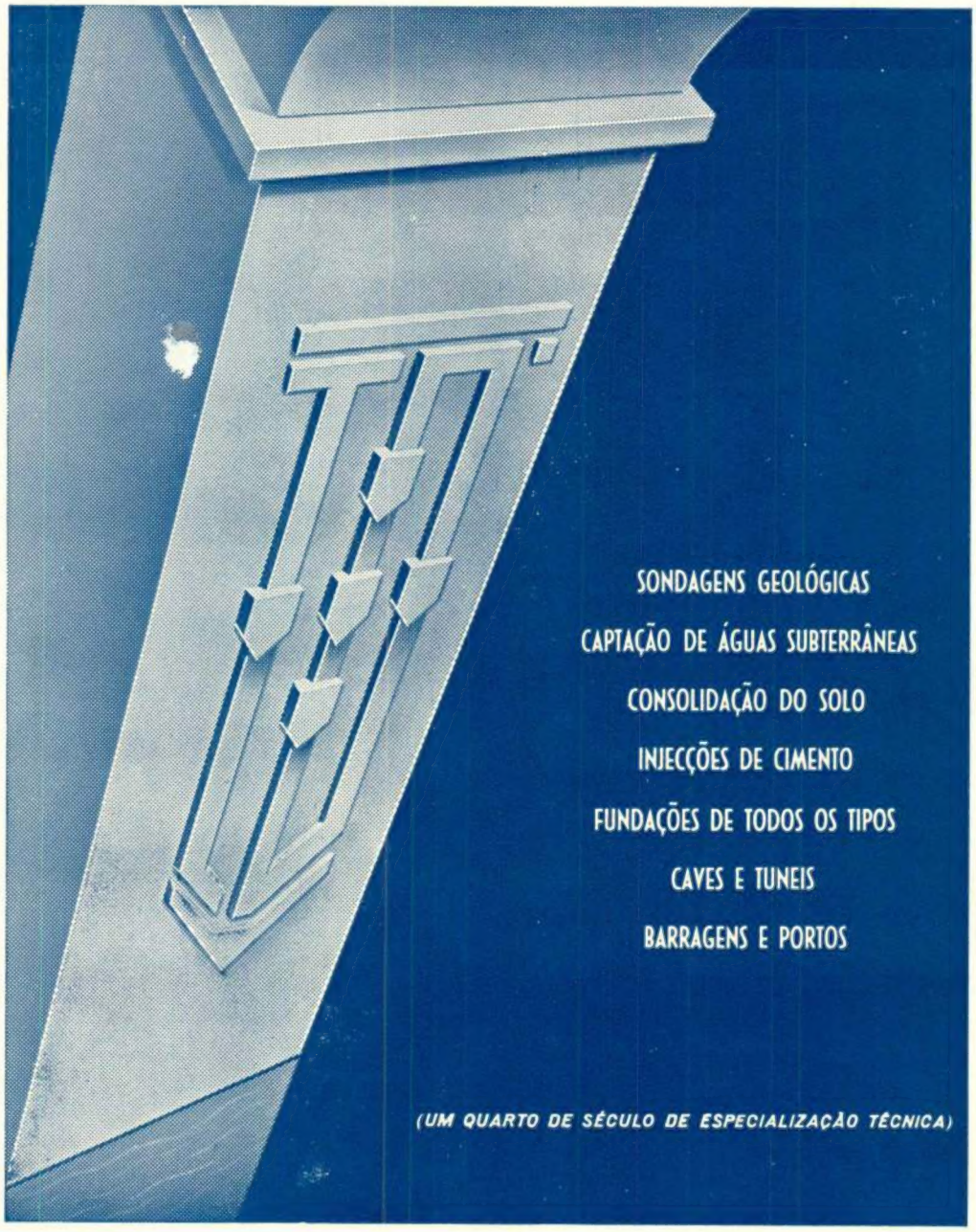
UMA NOVIDADE EM PORTUGAL
SNRS.
EMPREITEIROS
LAVRADORES
INDUSTRIAIS
ARMADORES
OS VOSSOS MOTORES PEGARÃO AGORA E COM A MAIOR FACILIDADE POR MAIS FRIOS QUE ESTEJAM SEM AUXÍLIO DE BATERIAS OU AR COMPRIMIDO
ARRANCA EM 1/4 DE VOLTA
ARRANCADORES HIDRÁULICOS
BERGER
O MAIS MODERNO SISTEMA DE ARRANQUE PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA
PEÇA UMA DEMONSTRAÇÃO EM
MINASTELA, LDA
RUA ALEXANDRE HERCULANO, 11-F • LISBOA

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

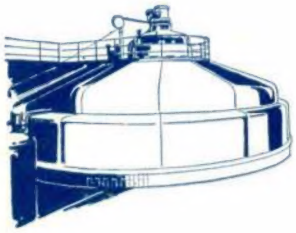
Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 23411

PRODUTOS

Brown Boveri



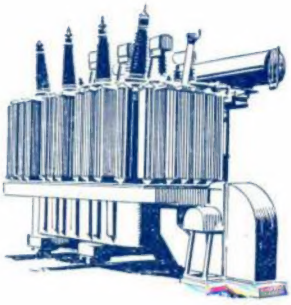
Produção de energia

Centrais eléctricas completas.
Centrais completas a vapor.
Turbinas a vapor e instalações de condensação.
Turbinas de combustão.
Caldeiras Velox; Sobreaquecedores Velox.
Serviços auxiliares para instalações de caldeiras.
Turbo-grupos para corrente alterna e contínua.
Geradores para turbinas a gás, a vapor ou hidráulicas.

Transformadores. Protecção de redes.
Compensadores síncronos e assíncronos.

Utilização da energia

Motores de todas as potências e execuções:
Aparelhos de manobra para baixa e alta tensão.
Accionamentos na indústria, na agricultura.
Electro-química: Instalações electrotérmicas.



Altas frequências, telecomunicações e telecomandos

Turbo-compressores

Tráfego Tracção: Accionamentos de navios.

Produtos especiais

do ramo de fabricação de máquinas e aparelhos.